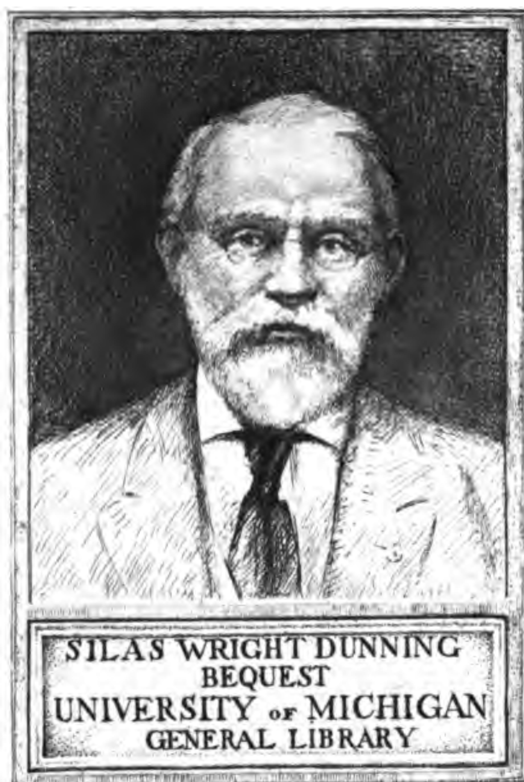

BUHR B
a39015 00011377 2b


SILAS WRIGHT DUNNING
BEQUEST
UNIVERSITY OF MICHIGAN
GENERAL LIBRARY

Jahresbericht

der

Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik

Erster Jahrgang 1903

—

BERLIN
Verlag von Gebrüder Borntraeger
SW 11 Dessauer Strasse 29
1904

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin und Potsdam

Inhalts-Verzeichnis.

Mitteilungen über die Konstituierung, Zweck und Ziele der Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik.

Die in den letzteren Jahrzehnten auf landwirtschaftlichen und damit verwandten Gebieten ausgeführten botanischen Forschungen haben der botanischen Disziplin nicht nur ein ungeheuer grosses und dankbares Arbeitsfeld erschlossen, sondern sie sind auch in ihren Ergebnissen bereits neu belebend, teilweise sogar direkt umgestaltend für manche praktische Betriebe geworden. So ist in kurzer Zeit gerade die landwirtschaftlich-praktische Botanik zu einem Wissenszweige herangewachsen, welcher bei voller Selbständigkeit in seinen Errungenschaften bereits hervorragend massgebend geworden ist für den weiteren Fortschritt auf den bezeichneten Gebieten.

Während bei anderen, in praktische Gewerbe oder Betriebe einschlagenden wissenschaftlichen Disziplinen ein Zusammenschluss der betr. Forscher und engeren Fachgenossen, teilweise sogar unter Schaffung eigener Publikationsorgane, schon längst erfolgt ist und demgemäss ein grösserer, zielbewusster Einfluss derselben nach den verschiedensten Richtungen hin gewonnen wurde, ist das gerade bei der grundlegenden und für die weitere Forschung in erster Linie in Betracht kommenden botanischen Disziplin leider noch nicht der Fall.

Die Vertreter der landwirtschaftlich-praktischen Botanik sind zur Zeit gezwungen, noch mehr oder weniger isoliert zu arbeiten, oder sie haben ihren wissenschaftlichen Anschluss vorläufig noch bei den Nachbar-Disziplinen, zumal bei der Agrikulturchemie.

Um aber die grosse Bedeutung, welche die Botanik auf dem Gebiete der Landwirtschaft im weitesten Sinne sich bereits als führende Wissenschaft errungen hat, auch dauernd und für weiteste Kreise merklich hervortreten zu lassen, dürfte ein Zusammenschluss aller Forscher, welche sich mit der landwirtschaftlich-praktischen Botanik beschäftigen, gewiss sehr erwünscht sein. Es würde hierdurch nicht nur ein öfterer und

leichterer Gedankenaustausch der einzelnen Forscher untereinander, sondern vor allen Dingen auch ein einheitliches Zusammengehen und damit ein sichereres Erreichen der vorgesteckten Ziele, sowohl hinsichtlich der Forschung als auch zumal in Bezug auf den Einfluss auf die Ausgestaltung und Tätigkeit in den praktischen Betrieben selber erreicht werden.

Obige Ausführungen bilden den wesentlichen Inhalt eines Einladungsschreibens, welches von Wortmann (Geisenheim) und Behrens (Augustenberg) zunächst an einen engeren Kreis von Fachgenossen gesandt wurde mit der Aufforderung, sich an Beratungen zwecks Konstituierung einer Vereinigung in dem genannten Sinne zu beteiligen.

Unter dem Vorsitze von Kirchner (Hohenheim) fand darauf am 12. Mai 1902 in Eisenach eine Versammlung statt, auf welcher die Gründung einer Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik beschlossen wurde. Anwesend waren: Aderhold-Berlin, Behrens-Augustenberg, Kirchner-Hohenheim, Koch-Göttingen, Kolkwitz-Berlin, Lüstner-Geisenheim, Meissner-Weinsberg, Muth-Augustenberg, Neger-Eisenach, Voigt-Hamburg, von Wahl-Augustenberg.

In den Vorstand der Vereinigung wurden gewählt: Wortmann-Geisenheim als Vorsitzender; Behrens-Augustenberg als stellvertretender Vorsitzender; Meissner-Weinsberg als Schriftführer; Lüstner-Geisenheim als stellvertretender Schriftführer; Appel-Berlin als Rechner und Kassenwart.

Es wurde ein Statuten-Entwurf beraten und ausgearbeitet, welcher einer späteren Versammlung als Unterlage dienen sollte.

In einer am 8. September 1902 in Geisenheim stattgefundenen Vorstandssitzung wurde dieser Entwurf noch einmal eingehend durchberaten und darauf in einer zweiten, am 20. Oktober 1902 ebenfalls in Eisenach stattgehabten Versammlung die Statuten der Vereinigung in nachfolgender Fassung niedergelegt:

Statuten der Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik.

§ 1.

Die „Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik“ verfolgt die Aufgabe der Förderung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Dienste von Land- und Forstwirtschaft, Handel und Gewerbe durch botanische Forschung. Dieser Zweck soll hauptsächlich erreicht werden durch:

a) wissenschaftliche Tätigkeit; event. im freiwilligen Zusammenarbeiten einzelner Mitglieder,
b) Versammlungen,
c) die Pflege persönlicher Beziehungen unter den Mitgliedern,
d) Anbahnung und Pflege von Beziehungen zu staatlichen Behörden und zu Korporationen,
e) Erziehung und Förderung eines wissenschaftlichen Nachwuchses.

§ 2.

Mitglied der Vereinigung kann jeder Botaniker werden, welcher auf den oben genannten Gebieten tätig ist oder Interesse für sie hat. Die Mitgliedschaft ist eine persönliche.

§ 3.

Zur Aufnahme eines neuen Mitgliedes bedarf es des Vorschlags durch 2 Mitglieder der Vereinigung. Über die Aufnahme entscheidet der Vorstand. Gegen Ablehnung kann die Entscheidung der Versammlung angerufen werden.

§ 4.

Die Mitgliedschaft erlischt durch Tod, Austritt, Ausschluss oder Konkurs des Mitgliedes und im Falle der Verweigerung des Jahresbeitrages. Der Austritt aus der Vereinigung ist dem Vorstande schriftlich anzuzeigen.

§ 5.

Zur Abstimmung auf Ausschluss eines Mitgliedes bedarf es des Antrages von mindestens 5 Mitgliedern. Der Ausschluss eines Mitgliedes kann nur auf einer Versammlung der Vereinigung durch $^3/_4$ Stimmenmehrheit in geheimer Abstimmung der anwesenden Mitglieder beschlossen werden.

§ 6.

Im Falle des Austrittes, des Ausschlusses, des Todes eines Mitgliedes oder im Falle der Eröffnung des Konkurses über das Vermögen eines solchen, besteht die Vereinigung unter den übrigen Mitgliedern fort. Das Erlöschen der Mitgliedschaft gibt kein Recht auf Anteil am Vermögen der Vereinigung.

§ 7.

Die Leitung und Verwaltung der Vereinigung erfolgt durch den Vorstand. Derselbe besteht aus einem I. und II. (stellvertretenden) Vorsitzenden, einem I. und II. (stellvertretenden) Schriftführer und einem Rechner.

Der I. Vorsitzende vertritt die Vereinigung nach innen und nach aussen, leitet die Versammlungen und verwaltet das Vermögen der Ver-

einigung. Er darf rechtliche Verpflichtungen über dessen Höhe nicht eingehen.

Der I. Schriftführer besorgt den ihm von dem Vorsitzenden übertragenen Schriftwechsel.

Der Rechner verwaltet die Kasse und erstattet den alljährlichen Rechenschaftsbericht.

§ 8.

Die Wahl des Vorstandes erfolgt auf einer Versammlung durch schriftliche Abstimmung der anwesenden Mitglieder mit einfacher Stimmenmehrheit auf 3 Jahre; Wiederwahl ist gestattet.

§ 9.

Eine Hauptversammlung findet, wenn möglich, alljährlich statt. Zeit und Ort derselben wird in der Regel auf der vorhergehenden Versammlung bestimmt. Jede Versammlung der Vereinigung ist ohne Rücksicht auf die Zahl der erschienenen Mitglieder beschlussfähig.

Es werden auf ihr Beschlüsse über die Angelegenheit der Vereinigung gefasst und wissenschaftliche Vorträge gehalten. Die Einladung zu der Versammlung erfolgt, ausserordentliche Versammlungen ausgenommen, mindestens 6 Wochen vorher.

§ 10.

Die Mitglieder haben das Recht der Antragstellung und der Abstimmung; über die Art der Abstimmung entscheidet der Vorsitzende, auf Antrag die Versammlung. Anträge zu ordentlichen Versammlungen müssen, ausserordentliche Versammlungen ausgenommen, mindestens 4 Wochen vor denselben dem Vorstande schriftlich angemeldet werden.

§ 11.

Der Jahresbeitrag beträgt 10 Mark. Über die Verwendung der Mittel der Kasse beschliesst die Versammlung nach den Vorschlägen des Vorsitzenden.

§ 12.

Das Vereinsjahr läuft vom 1. Januar bis 31. Dezember. Der Jahresbeitrag ist innerhalb des 1. Vierteljahres zu entrichten.

§ 13.

Satzungsänderungen können nur auf einer Versammlung mit $^3/_4$ Stimmenmehrheit beschlossen werden. Anträge auf Satzungsänderungen sind mindestens 10 Wochen vor der Versammlung beim Vorstande einzureichen und von diesem mindestens 4 Wochen vor der Versammlung zur Kenntnis der Mitglieder zu bringen.

§ 14.

Die Auflösung der Vereinigung kann nur auf einer hierzu berufenen

Versammlung mit $^3/_4$ Stimmenmehrheit beschlossen werden. Über das Vermögen der Vereinigung beschliesst die Versammlung.

Gleichzeitig wurde auf dieser zweiten Eisenacher Versammlung die Frage nach einem geeigneten Publikations-Organ der Vereinigung eingehend besprochen, und der Vorstand auf Grund der gefassten Resolutionen mit den weiteren Vorbereitungen beauftragt. Als Ort der I. Generalversammlung der Vereinigung wurde Berlin gewählt. Anwesend waren die Herren: Aderhold-Berlin, Appel-Berlin, Behrens-Augustenberg, Grevillius-Kempen, Hallier-Hamburg, Krasser-Klosterneuburg, Lindner-Berlin, Meissner-Weinsberg, Neger-Eisenach, v. Tubeuf-München, Voigt-Hamburg, Wortmann-Geisenheim, Zacharias-Hamburg.

Die **I. Generalversammlung** der „Vereinigung" fand in Berlin am 15. April d. Js. statt, Die Tagesordnung enthielt folgende Punkte:

1. Rechnungsablage.
2. Aufnahme von Nichtbotanikern als Mitglieder.
3. Schaffung eines Publikationsorganes.
4. Wahl des Ortes und der Zeit für die nächste Generalversammlung.

Die Rechnungsablage erstattete der Rechner. Die Einnahmen des Vereines betrugen 350 Mark. Davon entfallen auf das Jahr 1902, 160 Mk., auf 1903, 190 Mk. Dieser Einnahme standen als Ausgabe gegenüber 133,82 Mk., so dass noch ein Kassenbestand von 216,18 Mk. verbleibt. Dem Rechner wurde Entlastung erteilt.

Zu Punkt 2 der Tagesordnung führte der Vorsitzende aus, dass nach § 2 der Statuten nur Botaniker die Mitgliedschaft erwerben können, dass es aber von grossem Vorteil für die weitere Entwickelung der Vereinigung wäre, wenn auch Interessentenkreisen der Praxis die Möglichkeit des Anschlusses gegeben würde. Zur Entscheidung dränge die Frage schon deshalb, weil bereits einige Nichtbotaniker um Aufnahme nachgesucht hätten. Nach längerer Diskussion, an welcher sich die Herren Zacharias, Wieler, Schulze, Behrens, Wortmann, Voigt, Brick, Lindau und Lindner beteiligten, wurde ein Antrag Brick's, dahingehend, dass in § 2 der Statuten das Wort „Botaniker" gestrichen werde, angenommen. Es lautet also nunmehr der § 2 der Statuten: „Mitglied der Vereinigung kann jeder werden, welcher auf den oben genannten Gebieten tätig ist oder Interesse für sie hat. Die Mitgliedschaft ist eine persönliche."

Als Punkt 3 schloss sich die Besprechung über die Gründung und definitive Ausgestaltung eines Publikationsorganes an. In dieser Hin-

sicht lagen 2 Vorschläge vor, der erste von Eugen Ulmer-Stuttgart, der zweite von der Firma Gebr. Borntraeger-Berlin. An der sich anschliessenden Diskussion, in der hauptsächlich die Frage erörtert wurde, ob ein selbständiges Organ gegründet oder Anschluss an ein bestehendes gesucht werden sollte, beteiligten sich die Herren Appel, Brick, Wieler, Aderhold, Lindau, Gilg, Voigt, Zacharias, Behrens und Wortmann. Brick stellte im Anschluss hieran den Antrag: „Der Vorstand wolle zunächst mit der Firma Borntraeger in Verhandlung treten.“ Dieser Antrag wurde angenommen.

Als nächster Ort der Jahresversammlung wurde 4. auf Grund einer schriftlich eingegangenen Anregung v. Tubeuf's München gewählt, als Zeit die Pfingstzeit als die günstigste befunden. Es wurde beschlossen, einem event. zu bildenden Lokalkomitee die nähere Bestimmung über den Tag zu überlassen.

Am Nachmittag des 15. und am Vormittag des 16. April wurden die angekündigten, im Original folgenden Vorträge gehalten, die zum Teil zu einer lebhaften Diskussion Anlass gaben.

Wiederholte und eingehende Besprechungen des Vorsitzenden mit der Verlagsbuchhandlung Gebr. Borntraeger in Berlin ergaben einen vom Vorstande angenommenen Verlags-Vertrag, welcher für das Publikations-Organ der Vereinigung u. a. folgende Bestimmungen enthält:

Die Vereinigung veröffentlicht einen periodisch erscheinenden Bericht.

Derselbe enthält:

A. Die Referate über die von den Mitgliedern der „Vereinigung“ verfassten Arbeiten auf dem Gebiete der angewandten Botanik.

B. Den Bericht über die Jahresversammlung sowie die auf derselben gehaltenen Vorträge und eventl. Originalarbeiten.

Die Referate erscheinen im Anschluss an den Bericht über die Jahresversammlung. Die Verlagsbuchhandlung stellt der Vereinigung für jedes Mitglied ein Exemplar dieser Berichte gratis zur Verfügung. Ein kurzes Inhaltsverzeichnis und Autorenregister wird vom Schriftführer der „Vereinigung“ zusammengestellt und den Berichten vorangedruckt.

Mitglieder-Verzeichnis
der „Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik“.

(Adressenänderungen bezw. Unrichtigkeiten im Verzeichnis bittet man baldmöglichst dem Schriftführer der „Vereinigung“, Professor Dr. Meissner in Weinsberg [Württemberg], anzuzeigen).

Adamovich, Alexander, Gutsbesitzer in Ujvidék (Neusatz), Ungarn.

Aderhold, Rudolf, Dr., Geheimer Regierungsrat, Direktor der biologischen Abteilung im Kaiserlichen Gesundheitsamt, Berlin NW., Klopstockstrasse 19/20.

Appel, Otto, Dr., Regierungsrat, Mitglied der biologischen Abteilung im Kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin.

Ascherson, Paul, Dr. phil. et med., Professor an der Universität Berlin, Bülowstrasse 51.

Barth, Hans, Philipp, Weingutsbesitzer in Dürkheim a. Haardt.

Bassermann-Jordan, Ludwig, Dr. jur., Weingutsbesitzer in Deidesheim (Bayr. Pfalz).

Behrens, Johannes, Professor, Dr., Vorstand der Grossherzogl. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg, Grötzingen (Baden).

Brick, Carl, Dr., Leiter der Station für Pflanzenschutz, Hamburg, St. Georgskirchhof 6.

von Buhl, Eugen, Dr., Reichsrat, Deidesheim (Bayr. Pfalz).

Busse, Walter, Dr., Privatdozent an der Universität und Hülfsarbeiter am Kaiserl. Gesundheitsamte, Berlin NW. 23, Klopstockstr. 20.

von Canstein, Freiherr, Dr., Kgl. Landes-Ökonomierat, Berlin NW. 52, Werftstrasse.

Christ, Karl, Dr., Oberlehrer an der Kgl. preussischen Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rhein.

Czéh, A., Kgl. Landes-Ökonomierat, Kgl. Weinbau-Direktor, Wiesbaden.

Dahlen, H. W., Kgl. Ökonomierat, Generalsekretär des deutschen Weinbau-Vereins, Wiesbaden.

Dern, A., Administrator Sr. Kgl. Hoheit des Prinzen Albrecht von Preussen zu Schloss Reinhartshausen in Erbach (Rheingau).

Derndinger, Joh, Ober-Domänen-Inspektor in Meersburg am Bodensee.

Diels, Ludwig, Dr., Privatdozent an der Universität Berlin, Berlin W., Magdeburger Strasse 20.

Dingler, Hermann, Dr., Professor der Botanik an der Forstlichen Hochschule, Aschaffenburg.

Engelmann, Eduard, Weingutsbesitzer, Hallgarten (Rheingau).

Engler, Adolf, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Kgl. Botanischen Gartens und Museums. Mitglied der Kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften, Dahlem b. Steglitz.

Ewert, Dr., Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des pomologischen Institutes, Proskau.

Fischer, Alfred, Professor, Dr., Direktor des botanischen Institutes und Gartens, Basel.

von Fischer, Regierungsrat, Frankenthal (Bayr. Pfalz).

Fröhlich, Weingutsbesitzer in Edenkoben (Bayr. Pfalz).

Fünfstück, Moritz, Dr., Professor der Botanik an der Kgl. Technischen Hochschule. Herausgeber der „Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik", Stuttgart, Kernerstrasse 29.

von Gaisberg-Helfenberg, Hans, Ulrich, Freiherr, Kgl. Hofkammerrat, Stuttgart.

Galler, H., Dr., Assistent an der Kgl. Württembergischen Weinbau-Versuchsanstalt in Weinsberg.

Gilg, Ernst, Dr., Professor der Botanik an der Universität, Kustos am botanischen Museum, Dahlem b. Steglitz.

Göbel, Gg., Weingutsbesitzer in Gross-Rohrheim bei Darmstadt.

Görg, Weinbau-Inspektor des Bürgerspitals in Würzburg.

Goethe, Rudolf, Kgl. Landes-Ökonomierat, Darmstadt.

Gräbner, P., Dr., Assistent am Kgl. botan. Garten, Gross-Lichterfelde bei Berlin, Viktoriastr. 8.

Grevillius, Anders Yngve, Dr., Kempen (Rheinprovinz), Landwirtschaftliche Versuchsstation.

Haeusler, Leo, Kgl. Landwirtschaftslehrer, Landau (Pfalz).

Hallier, Hans, Dr., Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am botanischen Museum und Laboratorium für Warenkunde, Hamburg, Hohenfelderstr. 17.

Harth, Josef, Weingrosshändler, Mainz.

Hiltner, Dr., Regierungsrat, Vorstand der agrikulturbotanischen Anstalt, München.

Hoch, Dr., Oberlehrer, Bühl in Baden.

Holzner, G., Dr., Professor, München, Louisenstrasse 39.

Jaekel, Hugo, in Firma Wilhelm Beck, Überlingen am Bodensee.

Kirchner, Oskar, Dr., Professor der Botanik an der Kgl. Württemberg. landwirtschaftlichen Akademie, Vorstand des Botanischen Gartens, der Kgl. Samenprüfungsanstalt und der Versuchsstation für Pflanzenschutz, Hohenheim bei Stuttgart.

Koch, Alfred, Dr., Professor, Direktor des Kgl. Institutes für landwirtschaftliche Bakteriologie, Göttingen.

Kolkwitz, Richard, Dr., Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin.

Krasser, Fr., Dr., Professor, Klosterneuburg bei Wien.

Kraus, Carl, Dr., Professor, München, Louisenstrasse 45.

Kroemer, Dr., Geisenheim am Rhein, Pflanzenphysiologische Versuchsstation.

Krüger, Fritz, Dr., Botaniker an der biologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Berlin.

Lafar, Franz, Dr., K. K. Professor der Gärungsphysiologie und Bakteriologie an der Technischen Hochschule, Wien IV, Karlsplatz 13.

Landauer, Robert, Obstplantagenbesitzer, Würzburg, Gesundbrunnen.

Laubert, Richard, Dr., Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt, Berlin.

Lindau, Gustav, Dr., Professor, Berlin W. 30, Grunewaldstrasse 6/7.

Lindemuth, Hugo, Kgl. Garten-Inspektor, Dozent an der Kgl. landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin NW. 7, Dorotheenstrasse.

Lindner, Paul, Dr., Professor, Vorsteher der Abteilung für Reinkultur am Institut für Gärungsgewerbe. Berlin N., Ecke der See- und Torfstrasse.

Linhart, György, Dr., Professor an der Kgl. Ung. Landwirtschaftlichen Akademie, Magyar-Ovár (Ungarisch-Altenburg).

Lüstner, Gustav, Dr., Vorstand der pflanzenpathologischen Versuchsstation der Kgl. preussischen Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. Geisenheim am Rhein.

Maassen, Dr., Leiter des bakteriologischen Laboratoriums der biologischen Abteilung im Kaiserlichen Gesundheitsamt. Berlin.

Magnus, Paul, Dr., Professor der Botanik an der Universität. Berlin W., Blumeshof 15.

Mayrhofer, Dr., Professor, Vorstand des städtischen Untersuchungsamtes. Mainz.

Meissner, Richard, Dr., Professor, Vorstand der Kgl. Württembg. Weinbau-Versuchsanstalt. Weinsberg (Württemb.).

Meuschel, J. W., Kommerzienrat, Weingutsbesitzer in Buchbrunn bei Kitzingen am Main.

Meuschel, Otto, Weingutsbesitzer in Buchbrunn bei Kitzingen am Main.

Möslinger, Dr., Neustadt a./Haardt.

Molnár, Leopold, Chefredakteur des „Magyar Borkereskedelem“, Direktor des „Landesverbandes der ungarländischen Weinproduzenten und Weinhändler“. Budapest, VI., Bajza-Utcza 26.

Müller, Carl, Dr., Professor, Wildpark bei Potsdam. Viktoriastrasse 30a.

Müller-Thurgau, Hermann, Dr., Professor, Vorstand der Schweizerischen Bundes-Weinbau-Versuchsanstalt. Wädensweil bei Zürich.

Muth, Dr., Assistent an der Grossherzoglichen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg, Privatdozent der Botanik an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Augustenberg bei Grötzingen (Baden).

Neger, Dr., Professor an der Forstakademie. Eisenach.

Nestler, Anton, Dr., Professor für Anatomie und Pflanzenphysiologie, Inspektor der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der K. K. Deutschen Universität. Prag.

Noll, Fritz, Dr., Professor der Botanik und Vorstand des botanischen Institutes der landwirtschaftlichen Akademie Poppelsdorf, Professor der Botanik an der Universität Bonn. Bonn, Niebuhrstrasse 27.

Osterspey, Dr., Direktor der Landwirtschaftsschule. Frankenthal (Bayr. Pfalz).

Peters, W., Dr., Presshefefabrik, Hamburg.

Portele, Carl, Dr., Professor, Hofrat, landwirtschaftlich-technischer Konsulent im K. K. Ackerbauministerium. Wien.

Potonié, H., Dr., Professor, Landesgeologe, Gross-Lichterfelde bei Berlin, Potsdamerstr. 35.

Reinhardt, M., Otto, Dr., Professor, Berlin N., Elsässerstrasse 31.

Röhling, Alfred, Assistent an der Kgl. Württembergischen Weinbau-Versuchsanstalt. Weinsberg (Württemberg).

Ruhland, Dr., Privatdozent, Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt. Berlin.

Schander, R., Dr., Assistent an der Hefereinzuchtstation in Geisenheim am Rhein.

Schellenberg, Dr., Dozent der Landwirtschaft am Polytechnikum. Zürich.

Schindler, Joseph, Leiter der Versuchsstation der Weinbauschule in S. Michele (Tirol).

Schoffer, Heinrich, Kgl. Landes-Ökonomierat, Vorstand der Kgl. Weinbauschule in Weinsberg (Württemberg).

Schulze, Carl, Dr., Lehrer der Naturwissenschaften an der Grossherzogl. Weinbauschule. Oppenheim am Rhein.

Seifert, W., Dr., Adjunkt an der Versuchsstation in Klosterneuburg bei Wien.

Seufferheld, Carl, Lehrer für Weinbau an der Kgl. preussischen Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. Geisenheim am Rhein.

Stahl, Ernst, Dr., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Institutes der Universität. Jena.

Steinle, Gräfl. Rentamtmann, Schwaigern (Württemberg).

Thoms, Hermann, Dr., Professor der pharmazeutischen Chemie an der Kgl. Universität. Berlin NW.

Thost, Robert, Dr., Inhaber der Firma Gebr. Borntraeger. Berlin.

von Tubeuf, Dr., Freiherr, Professor, Vorstand des forstbotanischen Institutes. München.

Uhlworm, Oskar, Dr., Professor, Oberbibliothekar, Redakteur des „Botanischen Zentralblattes" und des „Zentralblattes für Bakteriologie und Parasitenkunde". Berlin.

Urban, Direktor der Kgl. Bayr. Weinbauschule in Veitshöchheim bei Würzburg.

Voigt, Alfred, Dr., Vorstand der Abteilung für Samenkontrolle. Hamburg.

von Wahl, Carl, Dr., Assistent an der Grossherzogl. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg, Grötzingen (Baden).

Warburg, Otto, Dr., Professor. Berlin W., Uhlandstrasse.

Warth, Carl, Stadtpfleger, Vorstand des Württembergischen Weinbau-Vereins. Stuttgart.

Wehmer, Carl, Dr., Professor an der Technischen Hochschule. Hannover.

Weigmann, Dr., Professor, Vorstand des Institutes für Milchwirtschaft. Kiel.

Wieler, Arwed, Ludwig, Dr., Professor der Botanik und Vorstand des Botanischen Institutes der Technischen Hochschule. Aachen, Schlossstrasse 2.

Wilhelm, Carl, Dr., Professor der Botanik an der K. K. Hochschule für Bodenkultur, Wien XIX.

Will, H, Dr., Professor, München, Reichenbachstrasse 32.

Wittmack, Ludwig, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor an der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule, Professor an der Universität. Herausgeber der „Gartenflora" Berlin N., Platz am neuen Tor.

Wohltmann, Ferdinand, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor der Landwirtschaft und Direktor des Institutes für Bodenlehre und Pflanzenbau an der Landwirtschaftlichen Akademie. Poppelsdorf bei Bonn.

Wolf, Leopold, Leiter der Wiener Redaktion des „Ungarischen Weinhandel", Fachreferent des „Landesverbandes der Ungarischen Weinproduzenten und Weinhändler". Wien XI, Hauptstrasse 54.

Wortmann, Julius, Dr., Professor, Direktor der Kgl. preussischen Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. Geisenheim am Rhein.

Zacharias, Eduard, Dr., Professor der Botanik, Direktor des Hamburgischen Botanischen Gartens und Museums. Hamburg-Harvestehude, Sophienterrasse 15a.

Zopf, Fr., Wilhelm, Dr., Professor der Botanik an der Kgl. Akademie, Direktor des Botanischen Gartens und Institutes. Münster (Westf.).

Zschokke, Achilles, Dr., Direktor der Wein- und Obstbauschule. Neustadt a./Haardt.

Der heutige Stand unserer Kenntnisse über die Wirkung und Verwertung der Bordeauxbrühe als Pflanzenschutzmittel.

Von

Dr. **Rud. Aderhold**, Geh. Regierungsrat.

Vor wenigen Tagen (1. April) sind 18 Jahre verflossen, seitdem Millardet in den „Annales de la société d'agriculture de la Gironde" seine erste Mitteilung über das heute als Bordeauxbrühe oder Kupfervitriolkalkbrühe allbekannte Pilzbekämpfungsmittel machte. In diesen 18 Jahren hat die Bordeauxbrühe einen Siegeslauf nicht bloss über ganz Frankreich, nicht bloss über ganz Deutschland und über ganz Europa, sondern auch über aussereuropäische Länder, besonders Nordamerika gehalten. In unzähligen Versuchen ist ihre Wirksamkeit gegenüber den verschiedensten Krankheiten geprüft worden, unzählige Liter Brühe sind im Interesse des Pflanzenschutzes verspritzt worden*) und in unzähligen Abhandlungen ist die Bedeutung, die Verwertung und die Wirkung der Bordeauxbrühe geschildert worden. Es ist erstaunlich zu sehen, wie in dieser kurzen Spanne Zeit sich dieses Pflanzenschutzmittel bei gewissen Kulturen eingebürgert hat, aber es ist noch erstaunlicher zu sehen, welche Flut von Literatur es veranlasst hat.

Wer hätte bei Millardets ersten Versuchen ahnen können, dass nicht bloss der praktischen, sondern auch der theoretischen Wissenschaft Probleme in grosser Zahl aus dem Gebrauche der Bordeauxbrühe erwachsen würden?

Und doch ist dieser Fall eingetreten!

Bei einer so schnellen Entwickelung einer Frage ist es schwer, derselben auch nur in ihren Hauptzügen zu folgen, wenn man sich nicht gerade auf sie spezialisiert. Daher glaube ich, dass es auch für Sie, m. H. Kollegen, die Sie mit mir die angewandte Botanik vertreten und mit mir mit Interesse die Fortschritte auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes verfolgen, nicht wertlos sein wird, wenn ich den heutigen Stand unserer Kenntnisse über die Wirkung und Verwertung der Bordeauxbrühe als Pflanzenschutzmittel, soweit es im Rahmen eines Vortrags möglich ist, darzulegen versuchen will.

---

*) Im Dep. Hérault sollen nach einer Schätzung von Battanchon schon bis zum Jahre 1899 10000 Tonnen $CuSO_4$ verbraucht worden sein (Zentralbl. f. Bakt. 1899 pp. 789/90.)

Dass ich dabei nach den Festsetzungen unseres Herrn Vorsitzenden die Ehre habe, den Kranz von Vorträgen, der in unserer Vereinigung hoffentlich erstehen wird, zu beginnen, betrachte ich als eine verheissungsvolle Vorbedeutung. Wenn Fragen, wie die hier zu behandelnde, der praktischen Botanik viele erblicken sollten, dann bin ich überzeugt, dass sie sich mehr und mehr entfalten wird, und dass ihr noch viele Kräfte sich zuwenden und viele Jünger erstehen werden. Dann aber wird auch unsere Vereinigung nicht bloss wachsen, sondern auch blühen und einen inneren Halt und Gehalt bekommen, wie ihn nur umfassende Fragen von grosser Bedeutung gewähren können. Mit dem Wunsche, dass diese an den ersten Vortrag in unserer Vereinigung sich knüpfenden Hoffnungen sich erfüllen mögen, bitte ich mir zuerst in die Erörterung der praktischen Fragen unseres Gegenstandes zu folgen.

Die Zusammensetzung und Bereitung der Bordeauxbrühe hat im Laufe der Jahre manchen Wandel erfahren. Von der ursprünglichen Millardetschen Vorschrift, die 8 kg Kupfervitriol und 15 kg Kalk in 120 l Wasser vorsah, ist man sehr bald abgekommen, der Schwierigkeiten halber, welche diese dicke, sedimentreiche Brühe beim Verspritzen bot. In Deutschland wurde seit Anfang der neunziger Jahre in der Regel eine sogenannte 2 %ige Brühe, d. h. eine Brühe verwandt, die in 100 l Wasser 2 kg Kupfervitriol und anfangs 4 kg, später 2 kg gebrannten Kalk enthielt. Sie ist auch heute bei uns im Obstbau noch die gebräuchlichste; allein der Kostenpunkt hat wiederholt Veranlassung gegeben, die Möglichkeit einer Herabsetzung ihres Gehaltes an Kupfervitriol zu prüfen. A priori sollte man glauben, dass die Konzentration der Brühe gar keine wesentliche Bedeutung für ihre Wirkung habe. Denn wenn die Brühetropfen auf den Blättern eintrocknen, stellen die aus einer 2 %igen Brühe hervorgegangenen Krusten vielleicht etwas dickere, aber im übrigen ganz gleich zusammengesetzte Massen dar, wie die aus einer 1 %igen entstandenen. Bei der geringen Löslichkeit des Kupferhydroxyds im Wasser sollte man annehmen, dass auch die schwächeren Krusten genügend sein müssten, um überflutendes Regenwasser auf lange Zeit mit genügenden Kupfermengen zu versehen. Allein es leuchtet bei näherem Nachdenken ein, dass man unter eine gewisse Konzentrationsgrenze doch nicht herabgehen darf, wenn man sicher sein will, dass genügende Kupfermengen an den Organen haften bleiben; und die Frage, welches diese niederste Grenze ist, kann nur experimentell entschieden werden. Versuche dieser Art sind daher auch mehrfach gemacht worden. Von Millardet und Gayon wurden solche bereits 1888 veröffentlicht. Die Prüfung erstreckte sich von 6 %iger bis zu 1 %iger Brühe. Letztere wurde fast ebenso gut wirkend wie 2-prozentige befunden, so dass eigentlich verwunderlich ist, warum man

nicht schon längst wenigstens zu 1%iger Brühe übergegangen ist. Nach einer kleinen Mitteilung in der Allg. Weinzeitung von 1902 (pp. 313) hat in den letzten Jahren der Verein zum Schutze des österreichischen Weinbaues durch verlässliche Fachleute in den verschiedensten Teilen des Landes Versuche über die zur Plasmopara-Bekämpfung nötige Konzentration mit dem Ergebnis anstellen lassen, dass $^{1}/_{2}$%ige Brühe bei der gleichen Menge Kalk „unter allen Umständen“ hinreiche. Gvozdenovic, der über neuere Erfahrungen in der Bekämpfung pflanzlicher und tierischer Feinde der Rebe mit Ausschluss der Phylloxera (Allg. Weinztg. 1902 pg. 415ff.) berichtet, erachtet nur ganz ausnahmsweise in taureichen Lagen und in regenreichen Jahren ein Hinausgehen über $^{1}/_{2}$%, auf $^{3}/_{4}$—1% Kupfervitriol für angebracht. Auch Zweifler hat im Jahresbericht der Landes-Obst- und Weinbau-Schule in Marburg für das Jahr 1899/1900 Versuche veröffentlicht, wobei 2, 1, $^{3}/_{4}$, $^{1}/_{2}$, $^{1}/_{4}$ und $^{1}/_{10}$%ige Brühen vergleichsweise zur Anwendung kamen und Reben als Versuchspflanzen dienten. Dieselben waren um so tiefer grün und litten um so weniger an Rauschbrand, je konzentrierter die Spritzflüssigkeit war. Gegen Peronospora wurde aber bis herab zu $^{1}/_{2}$% noch vollkommen befriedigender Erfolg erzielt. Zweifler folgert daher in Übereinstimmung mit den vorgenannten Beobachtern, dass diese Konzentration, die man übrigens in Tirol und Italien schon früher in der Regel gebrauchte, zum Spritzen der Reben ausreiche, rät aber in der Praxis eine 1%ige Lösung als Norm zu nehmen, da hier in der Regel nicht genau genug gewogen werde, um mit der niedersten brauchbaren Grenze arbeiten zu können. Eine solche 1%ige Brühe ist auch in Geisenheim vielfach*) schon mit gleichem Erfolg wie 2%ige verwandt worden, und ich habe endlich im Jahre 1900 und 1901 in Proskau sie bei vergleichenden Spritzversuchen an Äpfeln für ausreichend befunden. Daher ist man in den letzten Jahren mehr und mehr dazu übergegangen, die 1%ige Brühe als die normale zu betrachten, die man bei Laubbespritzungen verwendet. Bei Bespritzungen von Bäumen im winterlichen Zustande wird dagegen nach wie vor in der Regel noch der doppelt so konzentrierten Brühe der Vorzug gegeben.

Ähnliche Wandlungen wie die Gesamtkonzentration hat der Kalkzusatz erfahren. Ursprünglich gab man auf 1 Teil Kupfervitriol in der Regel zwei Teile Calciumoxyd. Später hat man beide Substanzen in gleichen Mengen zur Brühe vereint, und das ist noch heute das normale. Allein der Umstand, dass man zuweilen Verbrennungen der Organe in-

---

*) Vergl. Jhrsber. 1892/93 und 1893/4. Im Berichte von 1896/7 wird allerdings wieder $1^{1}/_{2}$—2%ige Kupferkalklösung empfohlen.

folge der Bespritzung beobachtete, worauf unten noch zurückzukommen sein wird, hat zu Versuchen Veranlassung gegeben dahingehend, ob diese Beschädigungen sich durch vermehrten Kalkzusatz vermeiden liessen. Obschon bei der Tatsache, dass 1 Teil Calciumoxyd bereits fast 4 Teile Kupfervitriol zu neutralisieren imstande ist, durch gleiche Gaben beider Substanzen der Kalk also bereits im Überschuss vorhanden ist, von einer weiteren Kalkzugabe eigentlich theoretisch nicht viel zu erwarten war, ist doch schon von Mader*) an Äpfeln, in einer langen Versuchsreihe von Bain**) und in einer grösseren Untersuchung von Sturgis***) für das Laub des Pfirsichs gezeigt werden, dass ein grösserer Kalkzusatz für empfindlichere Organe von Wert ist, und dass sich dadurch die Beschädigungen zum wenigsten vermindern lassen. Nachdem ich selbst bei Bespritzungen an Kirschen in Proskau gleiche Beobachtungen gemacht habe, stehe ich nicht an, auch diese Variante zu empfehlen und tue das bei allen Steinobstbespritzungen und Bespritzungen zartschaliger Äpfel wie Weisser Winter-Kalvill, roter Herbstkalvill etc.

Sie sehen also, m. H., dass man heute nicht mehr schlechtweg eine 2%ige Brühe empfehlen darf, sondern dass von Fall zu Fall überlegt werden sollte, welche Konzentration und welche Mischung sich empfiehlt.

Anders steht es mit den Zusätzen zur Brühe. Von dem Wert oder Unwert eines Eisenvitriolzusatzes soll unten die Rede sein; hier mag zuerst des Zuckers gedacht werden, der bekanntlich oft als Zusatzmittel genannt wird. In Deutschland wird in der Regel Barth†) als derjenige betrachtet, welcher diesen Zusatz zuerst empfohlen hat. Für Deutschland mag das auch richtig sein, indess zweifellos hat Barth dabei aus französischen Quellen geschöpft, denn fast die gleichen Erörterungen, die er über den Wert des Zuckerzusatzes zur Brühe gab, finden sich bereits in einer 1894 erschienenen Abhandlung von Ferry (Revue mycologique 1. Oct. 1894), und Perret hat nach einem Referat im chem. Zentralblatt bereits 1890 in einer französischen zuckerindustriellen Zeitschrift berichtet, dass dort Kupfersaccharat jetzt „im grossen dargestellt“ werde, „um den Meltau der Weinstöcke zu bekämpfen“. Von Girard wird endlich (Compt. rend. 1892, pg. 233—36) in Einklang hiermit Perret als der Erfinder der gezuckerten Bordeauxbrühe genannt. Man hat den

*) Pomol. Monatshefte. 1896. pg. 198.

**) Some experiments with fungicides on peach foliage (Tennessee Sta. Bull. Vol. VIII, No. 8, pg. 85—40, ref. Exp. Sta. Rec. VII, 874).

***) Peach foliage and Fungicides (Rep. of the Connecticut Agric. Experim. Sta. 1900, pg. 219—254.

†) Die Blattfallkrankheit der Reben und ihre Bekämpfung. Gebweiler. Buchdruckerei v. J. Dreyfuss. 1896.

Zuckerzusatz in Deutschland seit Barths Veröffentlichung oft empfohlen, indess ebenso oft seine Notwendigkeit bestritten und allgemein eingebürgert hat er sich nicht. Im Gegenteil dürfte er heute seltener und wohl zumeist nur durch die Aschenbrandtschen im Handel befindlichen Kupferzucker-Kalkpulver noch im Gebrauch sein. Dass man aus seiner Verwertung einen nachteiligen Einfluss auf die Bienenzucht beobachtet zu haben glaubte, weil man annahm, dass die Bienen die zuckerhaltige Brühe aufnähmen und an Kupfervergiftung stürben, und dass diese Annahme in einer kleinen Arbeit von Jacky*) als nicht zutreffend erkannt wurde, sei nur nebenher erwähnt. Ich halte den Zuckerzusatz nach wie vor für entbehrlich, und kann, da er obendrein die Kriterien für richtige Bereitung der Bordeauxbrühe verschleiert, ihn nicht empfehlen.

Man hat ihm bekanntlich besonders nachgerühmt, dass er die Haftbarkeit der Brühe an den bespritzten Organen erhöhe. Von anderen Zusätzen, die den gleichen Zweck verfolgen, wie z. B. Colophonium, Leim, Milch ist in der neueren Literatur meines Wissens nicht mehr die Rede gewesen, und sie dürften daher wohl endgültig fallen gelassen sein. Dagegen ist in „La vigne franc." noch 1898 (pg. 51) von einem Blutzusatz gerühmt worden, dass damit bereitete Brühen grössere Haftbarkeit hätten. Da jedoch eine richtig bereitete Brühe auch ohne solche Mittel eine vollkommen befriedigende Haftbarkeit hat, ist allen derartigen Empfehlungen oder Versuchen kein grosser Erfolg beschieden gewesen oder für die Zukunft zu prophezeien.

Anders ist es mit Zusätzen, welche die bekanntlich nur fungicid wirkende Brühe gleichzeitig zu einem Insecticid machen. Nach den Berichten der amerikanischen Versuchsstationen wird der Bordeauxbrühe dortselbst häufig und mit gutem Erfolge Pariser (Schweinfurter) Grün zugesetzt, um mit den Bespritzungen neben Pilzen gleichzeitig beissende Insekten zu bekämpfen. Von gleichen Gesichtspunkten ausgehend, hat Shutt die Einwirkung eines Zusatzes von Tabaksbrühe auf die Zusammensetzung der Bordeauxbrühe geprüft und in Deutschland Hollrung,**) in einer grösseren Arbeit die Möglichkeit, Zusätze von verschiedenen Seifenarten und Petroleum zur Brühe zu machen. Er hat auch ein Gemisch aus: 1 $^0/_0$ Kupfervitriol, 0,5 $^0/_0$ Ätzkalk mit 1—3 $^0/_0$ Kern- oder Schmierseife oder 7—9 $^0/_0$ Harzseife oder 2—6 $^0/_0$ Petrolseife (aus 2 l Petroleum und 125 g Kernseife in 1 l Wasser bestehend) und mehrere ähnliche Gemische für chemisch und mechanisch möglich gefunden. Dass sich aber

*) Gezuckerte Bord. Brühe und die Bienenzucht (Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten, XI. Bd., 4. u. 5. Heft).

**) Untersuchungen über die zweckmässigste Form der Kombination von kupferhaltigen Fungiciden mit Seifenlaugen (Landwirtsch. Jahrb. 1899, pg. 598).

eines derselben auch im Kampfe gegen Pilze und Insekten zugleich bewährt hätte, davon ist mir nichts bekannt geworden; es scheint vielmehr, als ob diese Mischungen praktische Verwertung nicht erfahren hätten.

Wandten sich die letzterwähnten Zusätze gegen Insekten, so ist auch versucht worden, durch andere Zusätze die fungicide Wirkung zu steigern. Bekanntlich wirkt die Kupfervitriol-Kalkbrühe wohl gegen die Plasmopara viticola der Rebe, nicht aber befriedigend gegen das Oidium, zu dessen Bekämpfung der pulverisierte Schwefel wertvoller ist. Es liegt daher der Versuch nahe, durch Mischung beider Fungicide bei ihrer Verwendung im Weinbau zwei Fliegen mit einer Klappe zu schlagen. Indes eine derartige Mischung (Bordeauxbrühe mit Schwefel) hat sich aus mancherlei Gründen, deren Erörterung zu weit führen würde, nicht bewährt und hat auch durch den Zusatz emulgierender Stoffe, wie Seife etc., den die Heufelder Fabrik 1899 empfahl (Prakt. Bl. f. Pflzch. pg. 26) nicht an Verwertbarkeit gewonnen. Nach der Allg. Weinzeitung 1902 hat im letzten Jahre Dr. Kaserer im VI. Hefte der Mitteilungen der chem. phys. Versuchs-Station Klosterneuburg einen Aufsatz veröffentlicht, nach welchem es ihm gelungen zu sein scheint, ein neues Verfahren zur gemeinsamen Bekämpfung von Oidium und Peronospora zu finden. Er verwendet nicht Schwefel, sondern unterschwefligsaures Natron, von dem er 500 g, nach der neueren Vorschrift aber nur 300 g einer $^1/_2$ $^0/_0$igen Bordeaux-Brühe zusetzt, die mit $Ca(OH)_2$ stark alkalisch gemacht ist. Es ist nach dem Zusatz des Thiosulfates auf letztere Eigenschaft neu zu prüfen, da mit nicht alkalischen derartigen Brühen Verbrennungen herbeigeführt werden. Unter Beachtung dieser Vorsichtsmassregel hat Kaserer dagegen nicht nur keine Beschädigungen, sondern auch gute Erfolge erzielt. Doch wird mit Recht hervorgehoben, dass diese Brühe noch weiterer Prüfung bedürfe. Kaserer hat indessen inzwischen von solchen Prüfungen aus dem Jahre 1902 berichtet, welche sehr günstig ausgefallen sein sollen (Zeitschr. f. d. ldw. Versuchswesen 1903 Märzheft pg. 205—207).

Alles in allem, m. H., ist also noch kein Zusatz zur Bordeauxbrühe in Deutschland allgemeiner in Gebrauch. Wir wirtschaften noch in erster Linie mit der unversetzten Brühe, soweit nicht Handelsbrühen in Frage kommen, auf die einzugehen ich mir versagen muss.

Für die Brauchbarkeit einer Bordeauxbrühe kommt aber nicht nur ihre Zusammensetzung in Betracht, sondern auch die Art, wie die beiden Bestandteile, Kupfervitriol und Kalk, miteinander vereint werden. Es sind meines Wissens zuerst die Amerikaner und Italiener gewesen, die auf diesen Umstand aufmerksam machten, letztere indem sie die bei verschiedenartiger Mischung vor sich gehenden Umsetzungen, erstere, indem sie die verschiedene kolloidale Beschaffenheit der Brühen betonten.

Hatte man früher in der Regel das Kupfervitriol bei Herstellung von 100 l Brühe in nahezu 100 l Wasser gelöst, mit dem Rest Wasser den Kalk gelöscht und diesen Brei in die Kupfervitriollösung eingerührt, so wurde durch Galloway in Farmers Bulletin 1896 No. 38 zur Kenntnis weitester Kreise gebracht, dass es sich empfiehlt nahezu gleich konzentrierte Kupfervitriollösung und Kalkmilch dadurch zu mischen, dass beide gleichzeitig und in gleichstarkem Strahl in ein drittes Gefäss gegossen werden. Nachdem ich früher selbst das ungleichartige Ergebnis bei Befolgung verschiedener Arbeitsverfahren empfunden und mich von dem Werte des amerikanischen Mischungsverfahrens überzeugt hatte, habe ich dasselbe in deutschen Zeitschriften wiederholt empfohlen*) und weiss, dass es auch öfter und mit gutem Erfolge gehandhabt worden ist. Im Jahre 1897**) hat Kehlhofer besondere und sehr sorgfältige vergleichende Versuche über das Mischungsverfahren angestellt und ist zu dem Schlusse gekommen, dass zwar das vorerwähnte Verfahren sehr gute und brauchbare Resultate gibt, dass aber ein langsames Eingiessen der Kupfervitriollösung in eine Kalkmilch von gleichem Gehalt noch bessere und ein Eingiessen der Kalkmilch in die Kupferlösung, sofern sie in einem einzigen Guss erfolgt, das beste Resultat gibt. Da letztere Mischungsart in der Praxis schwer durchführbar ist, empfiehlt er das Eingiessen der Kupfervitriollösung in die Kalkmilch in dünnem Strahle und unter gleichzeitigem Rühren. Es steht fest, dass man auf diese Weise ebenso wie auf die amerikanische eine allen billigen Anforderungen entsprechende Brühe erhält, und es dünkt mir, dass diese beiden Mischungsverfahren mit gleichem Vorteil gewählt werden können; der handlicheren Durchführbarkeit halber dürfte dem Kehlhoferschen vielleicht der Vorzug zu geben sein.

Kein Urteil habe ich bisher über den Wert des von Halsted 1898 empfohlenen Mischungsverfahrens, nach welchem das Kupfervitriol in $^1/_6$, der Kalk in $^1/_3$ der zur Verfügung stehenden Wassermenge gelöst und die Kupfervitriollösung in die Kalkmilch langsam eingegossen und dann das Ganze mit der verbliebenen Hälfte Wasser verdünnt werden soll (vgl. Hollr. Jhrsb. Bd. I pg. 129).

Was nun die Verbreitung, die das Spritzverfahren gefunden hat, anlangt, so ist bekannt, dass die Bordeauxbrühe dort, wo sie zuerst verwandt wurde, im Weinbau, auch heute noch die umfangreichste Verwertung erfährt. Es gibt Gemarkungen, in denen nur wenige Besitzer nicht spritzen, während anderwärts das Verhältnis leider umgekehrt ist. Die Bespritzung der Reben richtet sich in erster Linie gegen die Plas-

*) Vgl. Proskauer Obstbau-Ztg. 1899, Gartenflora 1900 pg. 15 etc.

**) VIII. Jahresb. d. Vers.-Stat. u. Schule Wädensweil 1897/8 pg. 57—68.

mopara viticola. Erwähnt mag aber werden, dass nach den Untersuchungen von Müller-Thurgau*) über den roten Brenner auch diese zuweilen ebenso verbreitete Rebkrankheit mit grosser Wahrscheinlichkeit durch die Bordeauxbrühe zu bekämpfen sein wird. Dagegen ist, wie vorn erwähnt, die Brühe gegen den echten Meltau ohne Wert. Alles in allem darf man sagen, dass dem Weinbau die Bordeauxbrühe unschätzbare Dienste leistet und bei ihm von Jahr zu Jahr grössere Verwendung findet.

Nächst dem Weinbau hat sich der Obstbau die Bordeauxbrühe am meisten zu Nutze gemacht.**) Freilich sind es hier bei uns in Deutschland nur die besser gepflegten Instituts-, Herrschafts- und Liebhabergärten, die regelmässig gespritzt werden. Von einem allgemeinen Gebrauch der Brühe kann nicht die Rede sein. Ob es in Amerika und anderen Ländern anders ist, vermag ich nicht zu sagen, da die vorliegende Literatur in dieser Hinsicht kein Bild zu machen gestattet.

Bekanntlich werden im Obstbau namentlich die Fusicladien auf Apfel und Birne mit der Brühe bekämpft, indes tut dieselbe auch bei anderen Krankheiten, wie z. B. den Weissflecken der Birne, der Kräuselkrankheit des Pfirsichs etc. gute Dienste. Im allgemeinen aber wird (vielleicht vom Pfirsich abgesehen) das Kernobst ungleich häufiger gespritzt als das Steinobst. Nicht unerwähnt soll übrigens bleiben, dass neuerdings in amerikanischen Veröffentlichungen Klagen laut geworden sind, nach welchen bei ungünstigem Wetter die Bordeauxbrühe das Fusicladium nicht befriedigend gehemmt hat, eine Erfahrung, die auch ich in Schlesien bisweilen machen konnte. Allein es wird damit der im allgemeinen unanfechtbaren Brauchbarkeit der Brühe gegenüber dieser Krankheit kein Abbruch getan.

Gegenüber dem Ostbau tritt die Verwendung der Brühe im übrigen Gartenbau sehr zurück, doch findet man sie hie und da auch bei gärtnerischen Kulturen in Gebrauch. So werden Tomaten, Chrysanthemum, Nelken etc. der Phytophthora und der Blattflecken halber bisweilen bespritzt. Ein Umstand, der die Verwendung der Brühe in der Blumenkultur sehr erschwert, ist ihre Farbe. Mit der Brühe beschmutzte Pflanzen oder Schnittblumen werden ungern gekauft. Aus diesem

*) Der rote Brenner des Weinstocks (Ztrbl. f. Bact. u. Paras. II. Teil. X. Bd. 1908 Heft 1—4.

**) Es muss hierbei hervorgehoben werden, dass im Obstbau vielfach nicht selbstbereitete Bordeaux-Brühe, vielmehr käufliche Ersatzpulver Verwendung finden: doch kann eine Trennung bei den folgenden Darstellungen nicht durchgeführt werden, so dass diese nicht bloss Bespritzungen mit Bordeaux-Brühe betreffen, vielmehr im Auge haben, wieviel überhaupt „gespritzt" wird.

Grunde habe ich für derartige Kulturen in der Regel die Soda-Kupfervitriolbrühe empfohlen, die weit weniger beschmutzt.

Am wenigsten hat sich die Bordeauxbrühe in der Landwirtschaft eingebürgert. Hier ist ein mit ihr behandeltes Feld eine Seltenheit. In erster Linie hängt diese geringe Anwendung wohl mit dem Kostenpunkt des Spritzverfahrens zusammen, den die relativ wertvolleren Produkte des Wein- und Obstbaues eher ertragen, als die billigeren Produkte der Landwirtschaft. In zweiter Linie sind aber auch die mit der Brühe gegenüber den Krankheiten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen erzielten Erfolge nicht so eindeutig und eklatant, wie die gegenüber der Plasmopara viticola oder dem Fusicladium dendriticum erreichten. In dritter Linie endlich sind bei den wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen, beim Getreidebaue, technische Schwierigkeiten, die das Spritzverfahren mit sich bringen würde, nicht zu verkennen. Wenn sich diese vielleicht durch geeignete Apparate auch noch überwinden liessen, so scheint es, dass auch aus dem Grunde die Bordeauxbrühe im Getreidebau auf keine Verwendung rechnen kann, weil die hauptsächlichsten Getreideschädlinge, die Rostpilze, Kupferverbindungen gegenüber weniger empfindlich sind als andere Pilze. Experimente von Hitchcock and Carleton*) an Hafer und Gerste und ebenso solche von Galloway sind in der Tat erfolglos gewesen. Dass es auch an Versuchen, die Bordeauxbrühe zur Bekämpfung des Brandes des Getreides zu verwerten, nicht gefehlt hat und dass v. Tubeuf**) ihre Brauchbarkeit für diesen Zweck neuerdings erprobt hat, sei kurz erwähnt. Eine Verwertung des Verfahrens in der Landwirtschaft ist aber bisher wohl kaum in grösserem Umfange erfolgt.

Am meisten sollte man glauben, dass der Kartoffelbau im Kampfe gegen die Phytophthora infestans Nutzen aus der Bordeauxbrühe ziehen könnte. Dass diese dem Pilze gegenüber wirksam ist, steht ausser Zweifel, aber andere Umstände sind es, die hier hemmend auf die Einbürgerung des Spritzverfahrens gewirkt haben. Es fehlt nicht bloss ein voll überzeugender Nachweis der Rentabilität des Verfahrens, sondern es sind neben günstigen auch ungünstige Spritzerfolge verzeichnet worden. So hat Sorauer solche beobachtet und auch Liebschers, Steglichs und Hollrungs Versuche lassen eher Nachteil als Vorteil erkennen. Frank und Krüger sind nun zwar zu dem Schlusse gekommen, dass sich mit richtiger Kupferbehandlung eine günstige Wirkung ergebe, dass nur „eine zu starke und wiederholte Kupferbehandlung des Laubes, besonders „bei solchen Kartoffelpflanzen, welche nicht sehr kräftig sind, die Lebens-

*) cit. nach Fairchild, Bordeauxmixture as a fungicide (U. S. Dep. of agr. Div. of veget. path. Bull. No. 6).

**) Arbeiten d. biol. Abt. d. Kais. Gesundheitsamtes II. Bd., pg. 179—349.

„dauer des Blattes abkürzen, die Transpiration schwächen und den „Knollenertrag, sowie den Stärkegehalt der Knollen sehr bedeutend vermindern kann." Allein es ist eine alte Erfahrung, dass ein Misserfolg erst zahlreiche positive Erfolge gegen sich haben muss, ehe sein Eindruck aufgewogen wird, und es scheint, als ob bisher die Überzeugung, dass die Bordeauxbrühe auch für die Bekämpfung der Kartoffelkrankheit von Wert sei, doch nicht gefestigt genug sei, um ihr zur praktischen Verwertung der Brühe zu verhelfen. Daher sind weitere Versuche hier und namentlich mit schwächeren Brühen offensichtlich noch erwünscht. In Deutschland sind solche in den letzten Jahren namentlich durch Gutzeit*) und zwar mit so ausgezeichnetem Erfolge ausgeführt worden, dass, wie es in Hollrungs Jahresbericht heisst, „wenn in Jahren mit normaler Witterung „die vom Pilz frei bleibenden Felder nur annähernd so gute Erfolge bei „der Präventivbehandlung mit Kupferkalkbrühe aufzuweisen haben, wie „im vorliegenden Falle, das Kupferungsverfahren auch rechnerisch betrachtet, zu empfehlen ist." Auch Clausen hat ein gutes Resultat zu verzeichnen gehabt, als er auf bespritztem und unbespritztem Felde im Verhältnis von 200 : 184 resp. 270 : 210 erntete. In Amerika haben besonders Jones und Orton Kartoffelbespritzungen in grösserem Umfange und in mehreren Varianten durchgeführt und Erfolge im Verhältnis von bis zu 267 : 154 erzielt, während Woods und Bartlett berichten, dass der Stärkegehalt der Knollen gespritzter Pflanzen um 1,63 % höher gewesen sei als der ungespritzter (Exp. Sta. Rec. 01 pg. 140). Indes auch in Amerika ist die Angelegenheit noch nicht aus dem Versuchsstadium heraus, wie am besten wohl daraus hervorgeht, dass seit dem vorigen Jahre die Versuchsstation zu Geneva**) einen auf 10 Jahre berechneten neuen Versuch eingeleitet hat, durch den sie die Rentabilität des Verfahrens zu prüfen gedenkt.

Wenn ich nun endlich auch der Verwertung der Bordeauxbrühe in der Forstwirtschaft noch gedenken soll, so ist hier natürlich eine Verwendung nur in den Saatkämpen und allenfalls Jungholzschlägen denkbar. Bisher ist sie, von schüchternen Versuchen anderer Art abgesehen, aber auch hier nur in den Kiefernkämpen zur Bekämpfung der Pilzschütte der Kiefern verwandt worden und auch da nur in relativ geringem Umfange. Genaueres darüber hat Tubeuf***) bekanntlich vor nicht zu langer Zeit berichtet, so dass ich nicht weiter darauf einzugehen brauche.

---

*) Fühl. Ldw. Ztg. 1899 pg. 142—148, 166—169.

**) Vgl. ihr Bull. 221 vom Dez. 1902.

***) Arb. d. Biol. Abt. d. Kaiserl. Ges.-Amtes, Bd. II, pg. 57.

Fragen Sie, m. H., endlich gegen wie viele Krankheiten überhaupt bisher die Kupferkalkbrühe wohl mit mehr oder weniger Erfolg zur Verwendung gelangt sei, so kann ich verweisen auf Fairchilds, Bordeaux mixture as a fungicide (Washington 1894), worin 35 Krankheiten aufgezählt und die erzielten Erfolge aufgeführt sind. Es dürfte inzwischen die Zahl sich um noch etwa ein Dutzend erhöht haben, so dass, wenn man von ganz unkontrollierbaren kleinen Versuchen absieht, bei etwa einem halben Hundert Krankheiten die Wirksamkeit unseres Fungicids geprüft, freilich längst nicht bei allen praktisch ausreichend befunden worden ist. Wer sich genauer mit dem Gegenstande beschäftigt hat, wird die Bordeauxbrühe nicht als ein Allheilmittel betrachten, vielmehr als ein Specificum gegen gewisse, wenn auch immerhin ziemlich zahlreiche Krankheiten. Dass sie auch für diese kein Heilmittel, sondern nur ein Vorbeugungsmittel ist, ist allgemein bekannt.

Lassen Sie uns, m. H., nun, nachdem die praktischen Fragen erörtert sind, uns der wissenschaftlichen Seite unseres Themas zuwenden und die Wirkungsart der Brühe betrachten! Die Frage, wie die mit ihr erzielten, unverkennbaren Erfolge zustande kommen, ist oft erörtert worden: Es lag am nächsten anzunehmen, dass die auf die geschützten Pflanzenteile aufgespritzten Brühetropfen nach dem Eintrocknen dort Giftreservoire darstellen, aus welchen die auffallenden Regen- oder Tautropfen genügend Gift auflösten, um auffallende Pilzsporen abzutöten. Allein diese Auffassung stiess darum auf Schwierigkeiten, weil in den Brühetropfen das Kupfer, (von geringen Mengen wechselnder und vergänglicher anderer Kupferverbindungen abgesehen) in Form des fast unlöslichen Kupferhydroxydes vorhanden ist. Zwar hat schon Millardet*) angeführt, dass nach den Untersuchungen Gayons $Cu(OH)_2$ in kohlensäurehaltigem Wasser sich bis zu 40 mgr pro Liter löst und dass Amoncarbonathaltiges Wasser es sogar ohne Rest löst. Indes hat man sich doch schwer vorstellen können, dass Regen- oder Tauwasser von der verspritzten Brühe genügende Mengen aufnehme, um fungicid zu wirken, da doch der mitverspritzte Kalk die Kohlensäure und die Ammonsalze des Regenwassers aufheben. Es ist daher bis in die neueste Zeit hinein versucht worden, die Kupferwirkung anders wie auf diese chemische Art zu erklären. Man hat dabei besonders an elektrische Ströme gedacht oder hat die bekannten, selbst unerklärten oligodynamischen Erscheinungen Naegelis zur Erklärung (!) herangezogen, oder man hat endlich, und dieser Gedanke ist von Rumm ausgegangen, daran gedacht, dass nichts von alledem zutreffe, dass die Wirkung der Brühe überhaupt keine

*) Traitement du mildiou et du rot par le Mélange de chaux et de sulfate de cuivre. Paris 1886. pg. 30.

fungicide sei, sondern dass der günstige Erfolg der Bespritzung allein auf eine Kräftigung und damit grössere Widerstandskraft der bespritzten Pflanze zurückzuführen sei.

Bei dieser Sachlage ist eine Arbeit von Clark,*) die im vorigen Jahre in der Botanical Gazette erschienen ist, von grösstem Interesse. Clark prüfte die Giftwirkung, welche die Lösungen verschiedener Kupferverbindungen auf die Sporen einer Anzahl von Pilzen ausübten und stellte genau die Konzentrationsgrade fest, bei welchen diese Sporen noch normal oder krankhaft oder gar nicht mehr keimten, aber 24 Stunden am Leben blieben und endlich nicht keimten und in 24 Stunden völlig tot waren. Als Nährflüssigkeiten benutzte er dabei neben anderen einen Rübendecokt, von dem er die Beobachtung machte, dass er eine ausgesprochene Kraft besitzt unlösliche Kupferverbindungen und selbst Kupfer im metallischen Zustande aufzulösen. Er fand dann, dass diese Kraft der Kupferauflösung eine Eigentümlichkeit von beinahe allen vegetabilischen oder animalischen Substanzen ist, und dass sie nur den einen in höherem, den anderen in geringerem Grade zukomme. Diese Beobachtungen haben ihm den Weg gezeigt, die Giftwirkung der Bordeaux-Brühe trotz der Schwerlöslichkeit des Kupferhydroxyds zu erklären aus einer lösenden Tätigkeit des Pilzes einerseits und der bespritzten Pflanze andererseits.

Swingle hatte schon darauf hingewiesen, dass die Pilze selbst Sekrete oder Exkrete ausschieden, welche das Kupferhydroxyd lösten und so eine Giftwirkung ermöglichten. Das hat sich nach Clark als richtig erwiesen. Hier seine beiden darauf bezüglichen Experimente: Ein Infus von Agaricus campestris und Infuse oder Abkochungen von verschiedenen parasitischen Pilzen, die er nicht nennt, lösten Kupferhydroxyd schnell und in genügender Menge auf, um die Keimung jedes darauf hin geprüften Pilzes in der Flüssigkeit zu verhindern. Dies das eine, nun das zweite Experiment. Grössere Mengen Sporen verschiedener Pilze wurden in Wasser mit $Cu(OH)_2$ gebracht. Sie starben darin binnen kurzem ab. Filtrierte man vor dem Sporeneintrag etwas von dem Wasser ab, so ergab es keine Spur einer Kupferreaktion, filtrierte man dagegen, nachdem die Sporen einige Zeit darin gewesen waren, so war Kupfer im Filtrat deutlich nachweisbar, „ein Beweis, sagt Clark, dass sie“ (die Sporen nämlich) „mehr Kupfer auflösten als erforderlich war sie zu töten. Die „Schnelligkeit, mit der auf diese Art Pilzsporen getötet werden, wechselt „mit dem Charakter des Zellinhaltes und der Dicke der Wände dieser „Sporen.“

*) On the toxic properties of some copper compounds with special reference to bordeaux mixture (Bot. Gaz., 1902, pg. 26ff.).

Die Sporen oder Pilzkeime tragen nach Clark also selbst dazu bei, sich zu vergiften, wenn sie auf einem bespritzten, vom Regen oder Tau benetzten Blatte sich befinden. Aber auch die Wirtspflanze ist bei der Auflösung des Kupferhydroxyds tätig. „Ein Pfirsichbaum," schildert Clark, „wurde mit Bordeaux-Brühe gespritzt, welche wie in der Regel, einen „Überschuss von Kalk enthielt. Darauf wurde der Baum mehrere „Male des Tages mit reinem Wasser gespritzt, um eine ähnliche Wirkung, „wie vom Tau zu haben. Wasser, welches am folgenden Tage von den „Blättern gesammelt, filtriert und auf ein kleines Quantum eingedampft „wurde, zeigte soeben eine leise Kupferreaktion. Einige kleine Laub-„zweige wurden dann entfernt und in ein grosses Becherglas destillierten „Wassers gesteckt, ohne einen der Teile zu verletzen. Nachdem die-„selben einige Stunden gesaugt hatten, wurden sie entfernt und die „Lösung filtriert, auf ein kleines Volumen eingedampft und auf Kupfer „geprüft. Es wurde eine ausgesprochene Reaktion erhalten, welche die „Gegenwart beträchtlicher Mengen gelösten Kupfers anzeigte."

Es ist im Originale nicht angegeben, der Versuch scheint aber so gemacht zu sein, dass die Zweige ganz untergetaucht waren. Denn der Verfasser fährt fort: „Es ist wohlbekannt, dass die Epidermis der Blätter, „obschon mit einer Kutikula bedeckt, besonders entlang der Vereinigung „der Epidermiszellen, mehr oder weniger durchlässig ist für gelöste „Substanzen, die im Zellsafte vorkommen." Als Beweis hierfür wird nur auf die bekannten Ausführungen Büsgens in seiner Arbeit über einige Eigenschaften der Keimlinge parasitischer Pilze verwiesen und zwar nur in einer Fussnote. Im Text heisst es weiter: „Wenn Tau auf „dem Blatte liegt, haben wir zwei Lösungen — den Tautropfen aussen „und den Zellsaft im Innern, beide durch eine mehr oder weniger durch-„lässige Membran getrennt. Das Resultat dieser Bedingungen muß be-„stehen in der Exosmose wenigstens einiger der Bestandteile des Zell-„saftes, welche in Berührung mit dem der Blattoberfläche anhängenden „Kupferhydroxyd kommend, mehr oder weniger von demselben in Lösung „überführen."

Pilz und Pflanze lassen nach Clark also Zellinhaltsstoffe austreten, welche im Regen- oder Tauwasser verteilt, dieses zur Lösung genügender Mengen Kupferhydroxyd befähigen, um die Pilzsporen oder Pilzkeimlinge abzutöten.

Der Gedanke, dass Sekrete des Blattes bei der Lösung des Kupferhydroxyds eine Rolle spielen, ist eben so wenig neu, wie der erst erwähnte von der Mitwirkung der Pilzsekrete handelnde. Barth hat ihn bereits ausgeführt, freilich in einer weniger annehmbaren Form. Seiner Vorstellung nach sollte „saurer" Zellsaft aus den Epidermiszellen aus-

treten und das $Cu(OH)_2$ lösen. Es fehlt also die Mitwirkung von Wasser, die nach Clarks Vorstellung nötig ist, um den Austritt der Kupfer lösenden Substanzen zu veranlassen. Ein anderer Unterschied zwischen Barths und Clarks Vorstellungen besteht darin, dass Barth, wie oben erwähnt, der „Säure" des Zellsaftes die Lösungskraft beimisst, während Clark allgemeiner gewissen, nicht näher bezeichneten, organischen oder anorganischen, diosmierenden Zellbestandteilen diese Funktion überträgt. Während Barth daher annahm, dass ein zu grosser Überschuss von Kalk die Säure des Blattsaftes abstumpfe und daher schädlich sei, hebt Clark ausdrücklich hervor, dass die Auflösung des Kupfers auch bei Gegenwart von Calciumhydroxyd vor sich gehe, und dass die Brühe, wie Prillieuxs Erklärungen nahe legten, nicht erst karbonisiert zu sein brauche, um zu wirken, sondern unmittelbar nach der Verspritzung wirke.

Barths Ausführungen sind seinerzeit schon von Wortmann kritisch beleuchtet worden. Wortmann hat darauf hingewiesen, dass der dabei angenommene Austritt von Zellinhaltsbestandteilen des Blattes physiologisch nicht recht verständlich sei. Wenn dieser Einwand auch für Clarks Vorstellung nicht im gleichen Masse gilt, so muss doch auch ihm gegenüber betont werden, dass die Stoffexosmose bisher nicht nachgewiesen ist. Denn die zitierten Versuche Büsgens haben den Austritt von Zellbestandteilen aus den Epidermiszellen nur wahrscheinlich gemacht, nicht bewiesen. Von ihm zu dem Ende angestellte direkte Versuche sind vielmehr ebenso wie einige von mir berichtete Versuche*) ergebnislos verlaufen. Wenn nun angesichts der geringen Stoffmengen, um die es sich hierbei handelt, und angesichts des Umstandes, dass diese chemisch vielleicht kaum nachweisbar sind, diese Resultate nicht als endgültig zu betrachten sind, so beweist doch Clarks Experiment mit den untergetauchten Pfirsichzweigen, im Grunde genommen nicht viel. Zunächst wird nicht gesagt, ob die Schnittflächen der Zweige mit untergetaucht waren oder nicht: sodann aber tragen die Pfirsichblätter an den Blattzähnen Drüsen. Wer sagt also, ob die Exosmose der Kupfer lösenden Substanzen, die bei Clarks Versuche angenommen werden muss, nicht von den Schnittflächen oder den Drüsenzähnen ausgegangen ist? In beiden Fällen aber würde der Versuch natürlich nicht erklären, wie Mitte auf der Blattfläche sitzende Kupferhydroxydtropfen letztere gegen Pilze schützen könnten.

Nicht besser ist es mit der von den Pilzsporen ausgehenden Kupfer lösenden Kraft für die Wirkung der Brühe auf den Blättern bestellt. Wenn man zahlreiche Pilzsporen in einen Tropfen mit Kupferhydroxyd

*) Untersuchungen über das Einsauern von Früchten und Gemüsen. (Sonderabdr. aus Ldw. Jhrb. 1899, 65 S.)

bringt, dann mögen ihre Ausscheidungen hinreichen, den Tropfen zu vergiften. Wie aber, wenn nur einige wenige oder selbst ein paar Hundert Sporen (was kaum je vorkommt) auf einem Blatte verteilt sind und dieses von Regen überflutet wird? Ist es auch dann, wenn man mit Clark annimmt, dass die Menge des Kupfers, welche für die Zerstörung der Sporen parasitischer Pilze nötig ist, wahrscheinlich nicht mehr beträgt, als ein Teil gelöstes, metallisches Kupfer auf 80000 Teile Wasser, nicht schwer zu glauben, dass diese paar Sporen fortwährend genügende Mengen kupferlösende Substanzen secernieren, um sich selbst zu vergiften? Habe ich doch selbst Keimung der Sporen von Fusicladium pirinum auf gespritzten Blättern und in Tropfen des von solchen abgeschüttelten Wassers beobachtet!*)

Das sind Bedenken und Einwände, m. H., die meines Erachtens durch die Experimente von Clark nicht beseitigt werden. Clark bringt seine Ausführungen auf kaum drei Seiten und, ich möchte fast sagen, als Anhang an die erwähnte Arbeit, den er mit den Worten einleitet: „Es würde ausserhalb des Rahmens der gegenwärtigen Arbeit liegen, „einen detaillierten Bericht meiner Experimente von der Giftwirkung „der Bordeaux-Brühe zu geben. Diese sind für Gärtner von grösserem „Interesse als für Botaniker. Ich will jedoch kurz die wichtigeren Ex„perimente erwähnen und die Schlüsse ziehen, zu denen ich bei diesem „Studium gekommen bin". Es ist mir nicht bekannt, ob er diese Experimente wiederholt oder irgend wo erweitert hat. Es ist, wenn diese Erweiterung wirklich unterblieben ist, das um so mehr zu bedauern, als ich mich des Eindrucks nicht enthalten kann, dass Clarks Vorstellungen trotz der mangelhaften Beweisführung und trotz mancher Schwierigkeit des Denkens vieles für sich haben. Sie machen nämlich nicht bloss die fungicide, sondern auch die anderen Wirkungen der Bordeauxbrühe m. E. nach verständlicher, als irgend ein anderer der vorliegenden Erklärungsversuche.

Eine solche andere Wirkung der Bordeauxbrühe liegt in der bisweilen beobachteten Beschädigung der bespritzten Pflanzen oder Pflanzenteile vor. Über eine solche ist in den letzten Jahren des öfteren geklagt worden. Ich habe eine Anzahl dieser Klagen vor zwei Jahren in meiner Arbeit über die Sprüh- und Dürrfleckenkrankheiten des Steinobstes**)

*) cf. Über die Wirkungsweise der sogenannten Bordeauxbrühe (Zentrbl. f. Bact. und Paras. II. Abt. Bd. V [1899]. pg. 267).

**) Landwirtsch. Jhrb. 1901 pg. 771—830 mit 1 Doppeltafel (auch gesondert im Buchhandel, Verlag von Parey). — Aus der neuen Literatur vergl. Stewart and Eustace, Spotting and Dropping of apple leaves caused by spraying New York Agric. Exp. Sta. Geneva Bull. No. 220. Dez. 02.

zusammengestellt und darf mich daher hier wohl darauf beschränken, anzuführen, dass Spritzbeschädigungen gelegentlich überall vorkommen, dass sie aber besonders an zartschaligen Apfelfrüchten und an den Blättern des Steinobstes, namentlich des Pfirsichs beobachtet werden. Man hat für sie sehr verschiedene Erklärungen gesucht, indem man annahm, dass Sonne und Hitze während der Bespritzung, oder dass gewisse neben $Cu(OH)_2$ in der Brühe vorhandene, sich zersetzende und dabei ätzend werdende Kupferverbindungen Ursache seien, oder endlich, dass Gewebslockerungen, wie sie unter gewissen Verhältnissen vorkommen, Anlass dazu gewesen seien. Aber keine dieser Erklärungen ist bewiesen und ich muss gestehen, dass auch keine einzige recht befriedigt.

In neuester Zeit sind die Beschädigungen, welche der Pfirsich beim Bespritzen erfährt, Gegenstand zweier grösserer Abhandlungen gewesen, deren eine „Peach-Foliage and fungicides“ von Sturgis*), deren andere „The action of copper on leaves“ von Bain**) herrührt. Während Sturgis im wesentlichen sich darauf beschränkt, durch praktische Versuche ein Fungicid zu suchen, welches womöglich ohne Beschädigung des Pfirsichs verwandt werden kann und darauf beschränkt, das Bild, welches die entstehenden Beschädigungen darbieten, näher zu beschreiben, ist die Bainsche Arbeit auf sehr breiter physiologischer Grundlage angelegt und sucht den Grund für die Empfindlichkeit des Pfirsichs gegen die Bordeauxbrühe zu finden.

Die Beschädigungen, welche das Pfirsichlaub infolge der Bespritzung zeigt, können dreierlei Art sein: im ersten Falle sterben kleine, unter oder neben den Spritztropfen liegende Blattpartien ab, vertrocknen völlig und fallen meist aus dem Blatte heraus (Schusslöcher); im zweiten Falle röten sich die von der Bespritzung getroffenen Blattstellen, sterben aber nicht ab und im dritten Falle werden einzelne nicht scharf begrenzte Flecken gelb, breiten sich mehr und mehr aus und das ganze Blatt fällt schliesslich herunter. Alle drei Beschädigungsformen können an einem und demselben Blatte hervortreten. Es würde zu weit führen, wollte ich auf die zahlreichen Experimente Bains näher eingehen, erwähnt sei nur, dass er die Einwirkung sowohl löslicher wie unlöslicher Kupferverbindungen auf das Pfirsich- (und zum Vergleich auf Apfel- und Reb-) -laub prüfte und dabei zu dem Schlusse kam, dass die grössere Empfindlichkeit des Pfirsichlaubes eine spezifische, für diese

*) Report of the Connecticut Agricult. Experim. Station 1900 pg. 219 bis 254.

**) Bull. of the Agric. Experim. Sta. of the University of Tennessee. April 1902. Vol. XV. No. 2.

Laubart charakteristische, aber nicht ganz befriedigend erklärbare Eigentümlichkeit ist, dass aber die unlöslichen Kupferverbindungen (vielleicht von der Stärke der Beschädigung abgesehen), ganz gleich wirken wie die löslichen. Da von den letzteren unzweifelhaft ist, dass sie in das Blatt eindringen und dadurch schädigen, ist auch von ersteren der Eintritt in das Blatt anzunehmen, wenn auch von verschiedenen Autoren Kupfer in gespritzten Blättern chemisch nicht hat nachgewiesen werden können (vergl. Rumm, Frank und Krüger). Da der Eintritt aber unmöglich in fester Form erfolgen kann, wie, wenn es noch eines Beweises bedarf, daraus hervorgeht, dass Beschädigung nur bei Gegenwart von Wasser statt hat, so muss das unlösliche Kupferhydroxyd oder die anderen unlöslichen Verbindungen auf irgend eine Art in Lösung geführt werden. Auch Bain vermag für diese Lösung keinen anderen Grund zu finden, als dass exosmierende Zellbestandteile diese Lösung besorgen. Er nimmt also Clarks Auffassung an und sucht sie durch folgenden Versuch zu bekräftigen: Da es sich bei den gelösten Kupfermassen um so geringe Mengen handelt, dass die chemischen Methoden, sie nachzuweisen, versagen, benutzt er, einem Vorgange von Dehérain und Demoussy folgend, die Pflanze selbst, nämlich Spirogyra als Reagens. Er bringt sie in Lösungen, die wie folgt erhalten und benutzt werden. Pfirsichblätter wurden bespritzt mit $Cu(OH)_2$ in Wasser, andere mit reinem Wasser; in gleicher Weise wurden Glasplatten behandelt, die mit Paraffin überzogen waren. Diese Teile wurden der Sonne ausgesetzt und dabei durch künstlichen Spray taufeucht gehalten. Nach mehrstündiger derartiger Behandlung wurden Tropfen von den mit $Cu(OH)_2$ und den mit bloss Wasser gespritzten Pfirsichblättern und Paraffinplatten gesammelt und auf eine kleine, durch Paraffin umgrenzte Stelle Filtrierpapier gesetzt, durch welches sie filtrierten und unterseits dessen sie als Hängetropfen hängen blieben. In diese Hängetropfen wurden nun Spirogyrafäden gebracht und beobachtet, dass sie

1. in den Tropfen von den wasserbespritzten Pfirsichblättern sich relativ gut erhielten (ein Beweis, dass vom Pfirsichblatt kein giftiger Stoff ausgeschieden war),
2. in den Tropfen von Kupferhydroxydbespritzten Blättern schnell abstarben, schneller als in den Tropfen von bespritzten Paraffinplatten und schneller auch, als in einem Wasser, das monatelang auf Kupferhydroxyd gestanden hatte. Es musste also aus dem Pfirsichblatt irgend ein kupferlösender Körper ausgetreten sein, der dem aufsitzenden Wasser giftige Eigenschaften verschafft hatte.

So ist, wie sie sehen, m. H., Bain von ganz anderen Gesichts-

punkten ausgehend zu ganz gleichen Schlüssen, soweit allein das bespritzte Blatt in Frage kommt, gekommen, wie Clark. Nur in einem Punkte unterscheiden oder ergänzen Bains Befunde die von Clark, hinsichtlich der Rolle des Kalkes nämlich. Während Clark, wie oben hervorgehoben, konstatierte, dass die Lösung des Kupferhydroxyds auf dem Blatt auch bei Gegenwart von Kalkhydrat vor sich gehe, fand Bain, dass die Gegenwart dieses Körpers die schädliche Wirkung des Kupfers verzögert und zuweilen ganz aufhebt. Er bestätigt damit die Spritzresultate, die Sturgis in der erwähnten Arbeit erhalten hat. Derselbe fand nämlich, dass der Pfirsich durch eine Bordeauxbrühe, die 4 kg CaO auf 2 kg $CuSO_4$ resp. 2 kg CaO auf 1 kg $CuSO_4$ enthielt, weniger beschädigt wurde, als durch eine Bordeaux-Brühe mit gleichen Gewichtsmengen dieser beiden Componenten. Wie die verzögernde Wirkung des Kalkzusatzes zu denken ist, vermochte Bain nicht befriedigend zu erklären, doch kommt er zu dem Schlusse, dass nicht die ernährende Funktion des Calciums die Ursache sein könne, da Gyps nicht die gleiche verzögernde Wirkung übe wie Calciumhydroxyd und Calciumcarbonat.

Über die Vorgänge, die sich bei der eintretenden Vergiftung der Zellen im Innern des Blattes abspielen, fehlen bei Bain Angaben. Es fehlt vor allem das Experimentum crucis, durch welches der Eintritt von Kupfer in das Blatt nachgewiesen wird, der chemische Nachweis des Kupfers im Innern des Blattes nämlich. Bain verspricht denselben nachzuholen; indess ist mir bisher über eine darauf bezügliche Mitteilung nichts bekannt geworden.

Trotz dieser Lücke trägt aber die Bainsche Erklärung der Beschädigungen des Pfirsichs viel Wahrscheinliches in sich. Sie vermag wie keine andere allen beobachteten Tatsachen völlig gerecht zu werden. Nur ein Moment möge in dieser Hinsicht hervorgehoben werden. Dass nicht zersetzliche und dann ätzend wirkende Kupferverbindungen in der Bordeaux-Brühe die Ursache für Spritzbeschädigungen sind, geht daraus hervor, dass Bain mit reinem, sorgfältig hergestellten Kupferhydroxyd ganz gleiche Schäden erhielt, wie mit der Bordeaux-Brühe. Dass dagegen alle Umstände, welche die Kutikula erfahrungsgemäss schwächer sich entwickeln lassen, wie z. B. grosse Feuchtigkeit die Gefahr für Spritzbeschädigungen erhöhen und dass dieselbe daher in einem Jahre grösser ist als in dem anderen, in einer Lage und auf einer Sorte mehr hervortritt, als auf der anderen, ist leicht verständlich, denn von der Dicke und Durchlässigkeit der Kutikula hängt es im wesentlichen ab, ob grössere oder geringere Mengen kupferlösende Substanzen in einem gegebenen Zeitraume austreten und ob grössere oder geringere Kupfermengen im gleichen Zeitraume eintreten. Auch die leicht zu beobachtenden Tat-

sachen, dass die Pfirsichblätter besonders am Rande und über den Nerven leiden, erklärt Bain leicht, weil an diesen Stellen die Kutikula durchlässiger ist als an anderen. Sitzen doch am Rande die nur mit schwacher Kutikula überzogenen Drüsenflecke und lässt sich auch für die Nerven eine schwächere Kutinisierung bisweilen direkt beobachten.

Ein merkwürdiger Befund Bains ist es, dass die Cu-Wirkung im Sonnenlichte erheblich gesteigert wird, ja bei einem Versuch im Schatten überhaupt nicht beobachtet werden konnte, während sie bei dem gleichzeitigen Parallelversuch im Sonnenlichte deutlich hervortrat. Eine Erklärung dafür wird nicht gegeben, vielmehr offen gelassen, ob „die Beschädigung hier veranlasst ist durch eine schnellere Wirkung der „gleichen Kupfermenge in den Zellen bei Sonnenlicht oder auf die Zufuhr „einer grösseren Kupfermenge unter diesen Bedingungen."

Alles in allem hat uns, wie sie sehen, m. H., die Bainsche Arbeit die schädliche Wirkung, welche die Kupferbespritzungen zuweilen ausüben, wesentlich verständlicher gemacht als sie bisher war. Aber wirkliche Beweise fehlen auch hier noch. Dass neben diesen schädlichen Wirkungen Weiss*) noch eine Assimilationshemmung, infolge Abhaltung des Lichtes entdeckt hat, mag nur der Merkwürdigkeit halber erwähnt werden. Denn es steht heute fest, dass das Gegenteil richtig ist. Es ist auch diese physiologisch fördernde Wirkung, welche die Bordeauxbrühe ausübt, im letzten Jahre Gegenstand einer Arbeit gewesen. Es liegt eine auf diese Frage bezügliche, bei Noll in Bonn von L. Bayer gefertigte, in Königsberg zur Promotion benutzte Dissertation**) vor. Bekanntlich hat Rumm***), wenn auch nicht zuerst beobachtet, so doch zuerst wissenschaftlich diskutiert, dass bespritzte Pflanzen sich gewissermassen wie gedüngte verhalten, intensiver grün werden, stärker assimilieren, länger grün bleiben etc. Rumm hat das aufgespritzte Kupfer für diese günstige Beeinflussung der bespritzten Pflanzen verantwortlich gemacht. Ich habe jedoch schon in einem Referat über die Rummsche Arbeit und später in einer besonderen Abhandlung im Bact. Zentralblatt †) gezeigt, dass der Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme nichts weniger als erbracht ist. Rumm hatte weder den Anteil, den der in der Brühe enthaltene Gyps oder das Kalkhydroxyd resp.

*) Prakt. Bl. f. Plfzsch. 1902 pg. 64.

**) Bayer, Beitrag zur pflanzenphysiologischen Bedeutung des Kupfers in der Bordeauxbrühe. Königsberg 1902.

***) Zur Kenntnis der Giftwirkung der Bordeauxbrühe und ihrer Bestandteile auf Spirogyra longata und die Uredosporen von Puccinia coronata (Ber. d. deutsch. bot. Ges. XIII 1895 pg. 189—192).

†) Über die Wirkungsweise der sogenannten Bordeauxbrühe (Kupferkalkbrühe) Ctrlbl. f. Bact. II. Abt. Bd. V 1899 pg. 217—271.

Kalkkarbonat an der Förderung der bespritzten Pflanze haben, noch den Anteil, den die verschiedenen in der Brühe vorhandenen Verunreinigungen möglicherweise haben, in Rücksicht gezogen. Auf Grund einiger Beobachtungen und Experimente habe ich dann die Vermutung ausgesprochen, dass es nicht das Kupfer, sondern das in den Rohmaterialien der Brühe stets und oft in grosser Menge vorhandene Eisen sein möchte, welches zur tieferen Ergrünung und sonstigen Förderung gespritzter Pflanzen Veranlassung sei. Die Wirkung des Eisens auf die Chorophyllbildung in der Pflanze ist ja allbekannt. Man weiss, dass Eisenzufuhr, aus Eisenmangel chlorotische Pflanzen zum Ergrünen bringt und zwar auch dann zum Ergrünen bringt, wenn auf die Blätter eine ähnliche Eisensulfatkalkmischung gebracht wird, wie die Kupfervitriolkalkmischung. Was lag also näher, als an diese Wirkung zu denken, wenn man weiss, dass das technische Kupfervitriol und der Kalk fast stets eisenhaltig sind und oft grosse Mengen von Fe-Verbindungen enthalten.

Nichtsdestoweniger hat bisher Niemand die Frage, ob das Kupfer oder das Fe die physiologische Wirkung der Bordeaux-Brühe hervorrufe, exakt entschieden. Bayer geht mit folgenden Worten über die Frage hinweg: „Bei der Behandlung eines grösseren Versuchsfeldes Bohnen mit Kupfer-„hydroxyd habe ich fast die gleichen günstigen Erfahrungen gemacht, „wie mit Bordeauxbrühe, ebenso bei gleicher Behandlung des Wein-„stockes. Damit dürfte einer neueren Behauptung (cf. Landwirtschaftl. „Jahrbücher Bd. XXIX (1900) Ergänzungsband II pg. 163), dass nicht „dem Kupfer die physiologische Wirkung zu danken sei, sondern dem „dieses als Verunreinigung begleitenden Eisen, der Boden entzogen sein. „Es soll damit nicht dem Eisen eine ähnliche physiologische Wirkung „abgestritten werden, jedenfalls ist es aber in der Bordeauxbrühe das „Kupferhydroxyd und nicht die Spur Eisen, welchem die im folgenden „angeführten günstigen Wirkungen zu danken sind.“

Mit einem so oberflächlichen Argument vermag ich meine Anschauung nicht als widerlegt zu erachten. Zunächst erfährt man aus Bayers Arbeit nichts über Eisengehalt oder Eisenfreiheit des von ihm verwandten Kupfervitriols oder Kupferhydroxyds. Er hat wahrscheinlich keine Kenntnis davon, dass, wie Kehlhofer anführt, man im Handel noch Kupfervitriole als technisches Kupfervitriol passieren lässt, so lange sie nicht mehr als 2 % $FeSO_4$ enthalten; dass, wie Viala anführt, Doppelsulfate von Eisen- und Kupfervitriol im Handel sind, die viel höhere Eisenmengen enthalten.*)

*) Pacottet und Lièvre berichten in Rév. vitic. 1901 S. 179, dass in Frankreich jetzt sogenannte pulverisierte Kupfervitriole im Handel sind, die sehr in der Zusammensetzung wechseln; einige Proben enthielten bis zu 10 % Eisen-

Um die Literatur hat sich Bayer anscheinend überhaupt wenig gekümmert. Er hat meine erwähnte Abhandlung nicht im Zentralblatt für Bacteriologie eingesehen, sondern zitiert nur das kurze Referat, das in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern enthalten ist, und er kennt anscheinend auch die italienischen, amerikanischen und französischen Arbeiten nicht, welche seinen Gegenstand betreffen und zitiert endlich die sonstige Literatur nur gelegentlich, ohne sich eingehender darein zu vertiefen! Es ist das um so mehr zu bedauern, als in der Arbeit manche hübsche Beobachtung steckt. So hat er z. B. einen Beitrag zu der Rolle, die Eisen und Kupfer seiner Auffassung nach spielen, gebracht. Aber es erscheint mir, als ob Bayer selbst eigentlich seinen Schlussfolgerungen widersprechende Resultate erhalten hat. Er sagt pg. 19: „Dass eine „der Kupferbehandlung analoge Behandlung der Pflanzen durch Be„spritzen mit Eisensalz, wie sie von einer Seite vorgeschlagen wurde, „wertlos ist, ergibt sich aus der Tatsache, dass Eisen zwar unter „günstigen Bedingungen (s. Frank, Lehrbuch der Botanik, Bd. I, pg. 592) „bei chlorotischen Blättern die Bildung des grünen Farbstoffs lokal „fördern kann, aber nicht imstande ist eine übernormale Grünfärbung „hervorzurufen, wie dies das Kupfer zu tun vermag. Das Eisen kann „in diesem Falle daher nicht als ein Ersatz für Kupfer angesprochen „werden. Andererseits ist aber das Kupfer auch kein Ersatz für Eisen, „trotz seiner Eigenschaft, das Chlorophyll zu vermehren. Kupfer „ohne Eisen ist für das Assimilationsgeschäft wertlos. Der Versuch „kann derart angestellt werden, dass man einer Wasserkultur das Eisen „vorenthält und sie so wachsen lässt. Wenn die Blätter genügend chlo„rotisch sind, fügt man zu der Nährlösung allmählich Spuren von „Kupferoxydul — das wegen seiner verhältnismässig leichten Löslichkeit „am geeignetsten ist — ohne dass ein Ergrünen der chlorotischen Blätter „bemerkt wird. Auf späteren Zusatz von etwas Ferrosulfatlösung aber „ergrünt die Pflanze innerhalb weniger Tage und zwar in der Kupfer„enthaltenden Kultur nach einigen Wochen derartig intensiv, dass man „annehmen muss, dass das Kupfer in diesem Falle als ein Reizmittel „gedient hat. Das beweist, dass Kupfer die Assimilationstätigkeit der „Pflanze nur dann mittelbar fördern kann, wenn derselben gleichzeitig „genügend Eisen zur Verfügung steht." Dies Versuchsresultat an sich ist physiologisch gewiss interessant. Wenn aber Bayer nun an anderer Stelle berichtet, dass die Bespritzung einer gelbblättrigen, zu den Kompositen gehörigen Zierpflanze innerhalb 14 Tagen zu deren intensiver

vitriol. Windisch (Berichte der Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau 1900/01 S. 117) hatte Gelegenheit ein von einem Verein eingesandtes Kupfervitriol zu untersuchen, das sogar 87 % krystallisiertes Eisenvitriol enthielt.

Ergrünung führte, und wenn er weiter berichtet, dass die Bespritzung eine Vermehrung der chlorophyllhaltigen Gewebe und in diesen eine Vermehrung der Chlorophyllkörner im Gefolge hat, so liegen darin, wenn nicht Widersprüche, so doch gewisse Denkschwierigkeiten für die Rolle von Eisen und Kupfer, welche dem Leser die Möglichkeit, dass Bayers Kupferhydroxyd und Kupfervitriolkalkbrühen eisenhaltig gewesen sind, nahe legen.

Dass neben dem Eisen auch der Gyps der Brühe eine gewisse Bedeutung für die günstige Beeinflussung der bespritzten Pflanze hat, fand Bayer, wie Frank, Allessandri und neuerdings Harrison (Ont. Agric. Col. and Exp. Farm. Rpt. 1897 pg. 121—128) wieder bestätigt. Die mit Gyps gespritzten Reben blieben länger grün als die ungespritzten. Doch wird diese Tatsache nicht näher untersucht. Dagegen hat Bayer den Einfluss, den die Brühebespritzungen haben, anatomisch und physiologisch näher studiert. Er bestätigt, dass, wie Rumm schon zeigte, dadurch die Assimilation gesteigert, die Zahl der Chlorophyllkörner, ja öfter sogar die Zahl der Chlorophyll führenden Zellen vermehrt wird (vgl. Harrisson). Er sah, dass bisweilen in der Epidermis Chlorophyll auftritt und dass die chlorophyllführenden Rindenschichten am Stengel verstärkt sind. Die Wirkung der Brühe ist nach Bayer keine lokale, sondern wie er sich ausdrückt, eine ausbreitende. So kommt es, dass durch Bespritzung der Blätter auch der Stengel beeinflusst wird, oder durch Bespritzung einiger Blättchen eines Blattes auch die anderen Fiederblättchen. Die Transpiration wird entgegen den Befunden Frank und Krügers bei der Kartoffel und übereinstimmend mit den Angaben Rumms in der Regel herabgemindert infolge der Bespritzung.

Die letztere kommt in der anatomischen Struktur des Blattes deutlich zum Ausdruck. Die diesbezüglichen Resultate Bayers, die grösstenteils schon aus den Arbeiten anderer Autoren, so namentlich Harrissons bekannt waren, seien, soweit sie nicht schon im vorhergegangenen Erwähnung fanden, daher nur kurz zusammengefasst.

1. Die Palissadenzellen sind in gekupferten Blättern länger und schmäler als in nicht gekupferten. Ihr Rauminhalt dürfte jedoch im einen und andern Falle gleich sein, nur die Form ist verändert;
2. die Epidermiszellen sind zuweilen vergrössert;
3. das Schwammparenchym ist in gekupferten Blättern fester, hat rundere Zellen und kleinere Intercellularräume als in ungekupferten;

4. wegen verminderter Verdunstung bleiben die Blätter wasserreicher und erhalten so ein robusteres, strafferes Aussehen.

Dass die robustere Ausbildung des Blattes dasselbe gegen Krankheitspilze schütze, hält Bayer für zweifellos. Er betrachtet diesen Schutz als den primären, der von der Bordeauxbrühe ausgeht und neben dem er einen sekundären unterscheidet, der durch aufliegende dünne Kupferhydroxydlösung ausgeübt wird, indem sie das Keimen der Pilzsporen erschwert.

Das sind die uns zunächst interessierenden Resultate der Bayerschen Arbeit, die — wie Sie sehen — nichts wesentlich Neues bringen.

Der grösste Teil der Bayerschen Arbeit behandelt aber die Einwirkung der Kupfermittel auf das Wurzelsystem der Pflanzen. Es würde sich erübrigen, darauf hier einzugehen, wenn nicht Bayer selbst der Frage eine weitgehende Bedeutung für die Landwirtschaft, speziell den Weinbau beimässe. Bayer hat teils in Wasser, teils in Erdkulturen den Einfluss, den der Zusatz gewisser Kupferverbindungen auf Längenwachstum und Gesundheit der Wurzeln hat, genauer verfolgt und dabei manchen, sehr sprechenden Versuch gemacht. Er kommt zu dem Schluss, dass jedes Kupfersalz, gleichviel welcher Zusammensetzung es sei, für die Wurzel ein Gift sei und fürchtet, dass der fortgesetzte Gebrauch der Kupfermittel zu schädlichen Nachwirkungen bei der Rebkultur führen könne. Da er andererseits die Notwendigkeit und Nützlichkeit des Bordelaisierens im Kampfe gegen die Peronospora anerkennen muss, so rät er, wenigstens zur Laubbespritzung keinesfalls stärkere als 0,5 $^0/_0$ ige Lösungen zu benutzen, „um zu verhindern, dass eine grössere, das „Wurzelsystem schädigende Kupfermenge sich im Boden ansammle, „die sich zweifellos in absehbarer Zeit störend geltend machen muss“. Diesen Befürchtungen gegenüber, die schon öfter in der Literatur aufgetaucht sind und leicht wieder in den Kreisen der Weinbauer und Obstzüchter zu Beunruhigungen führen können, erscheint es von Bedeutung, darauf hinzuweisen, dass Girard*) schon anfang der neunziger Jahre eine Versuchsparzelle mit solchen Mengen Kupfervitriol düngte, wie sie durch eine hundertjährige Bespritzung etwa in den Boden gelangen (1500 kg pro ha) und während dreier Jahre keine Beeinträchtigung der Ernte konstatieren konnte (Versuchspflanzen: Weizen, Hafer, Rotklee, Rüben, Kartoffeln und Gemüsepflanzen)**). In Töpfen oder gar

*) Compt. rend. 1895 CXX p. 1147—1152.

**) Nach Viala wurden Reben im Topf nicht geschädigt, ergrünten vielmehr intensiver als 200 g $CuSo_4$ (d. s. ca. 20000 kg pro ha) pro Topf gegeben wurden (Rev. de vitic. 1894 No. 8 und 5).

in Wasserkulturen erhaltene Resultate sind, wie bei so mancher andern Frage, so auch bei dieser offenbar nicht auf die Verhältnisse im Freiland zu übertragen. Deshalb sind auch die Bedenken, welche Coupin*) äussert und die Bayer zitiert, nicht stichhaltig.**) Aus allen seinen Beobachtungen folgert Bayer, dass unbedingt Kupfer in die Pflanze aufgenommen werden müsse und zwar nicht bloss durch die Wurzeln, sondern auch durch die Blätter. Wenn Rumm, Frank und Krüger***) und neuerdings Zucker†) Kupfer nicht in den Zellen hätten nachweisen können, so sei das kein Beweis gegen das Vorhandensein, denn die Pflanze selbst sei in dieser Hinsicht das empfindlichste Reagens.

Sie sehen, m. H., dieser Schluss wird übereinstimmend von allen Autoren gezogen, die sich in der Neuzeit mit der Wirkung der Bordeauxbrühe beschäftigt haben. Dass Kupfer von den Wurzeln aus in die Zellen eintreten kann, darf übrigens nicht bezweifelt werden, denn wie sollten sich sonst die Kupfermengen erklären, die in Pflanzenaschen unzweifelhaft gefunden worden sind.††) Zu wünschen bleibt nur, dass auch der Eintritt durch die Blätter zweifelsfrei bewiesen werden möchte. Nach den Angaben von Dévaux†††) sollte man glauben, dass ein derartiger Versuch richtig angestellt auch wohl Aussicht auf Erfolg habe. Dévaux fand, dass Lösungen von Kupfer, die auf einige 10 000 000 oder weniger verdünnt sind, vergiftend auf Pflanzenzellen wirken. Das Metall wird zuletzt in allen Zellbestandteilen (Membran, Plasma, Kern und Nucleus) fixiert und lässt sich dort durch Reagentien nachweisen,

---

*) Compt. rend. CXXXII, p. 645—647.

**) Vgl. dazu Hattori, Studien über die Einwirkung des Kupfersulfats auf einige Pflanzen (Journ. of the College of Science, Vol. XV, 1901).

***) Über den Reiz, welchen die Behandlung mit Kupfer auf die Kartoffelpflanze hervorbringt (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1894, Heft I).

†) Beitrag zur direkten Beeinflussung der Pflanzen durch die Kupfervitriolkalkbrühe, Erlangen 1896.

††) Vergl. dazu Vedrödi, Das Kupfer als Bestandteil der Sandböden und unserer Kulturgewächse (Chem. Ztg., Jahrg. XVII, pg. 1982), wonach Garten- und Ackererden 0,01—0,15 % CuO, meist 0,06—0,08 % CuO enthalten können und in Eichenblättern 0,02 %, in Buchweizenblättern 0,87 %, in Hafer 0,85 % der Asche CuO waren. Heckel (Sur la présence du cuivre dans les plantes et les quantités, qu'elles peuvent en contenir à l'état physiologique. Bot. Ctrbl. 1901, Bd. 86, pg. 86) fand in 100 g Asche der Samen von Quassia gabonensis gar 0,698 g Cu — eine bedeutende Menge. Trotzdem zeigt die Pflanze keine Vorliebe für Kupferböden.

†††) De l'absorption des poissons métalliques très—diluées par les cellules végétales (Compt. rend. 1901, Bd. CXXXIII, pg. 717—719).

aber die Fixation erfolgt ungleich schnell in den einzelnen Teilen. Sie beginnt bei der Wand und endet beim Plasma, und ist noch merklich, wenn nur ein Milligramm Cu in 100 Liter Wasser enthalten sind. In einer zweiten Abhandlung hat Dévaux*) übrigens gezeigt, dass es eine allgemeine Eigenschaft der Metalle ist, in den Wänden und zwar aus sehr dünnen Lösungen heraus fixiert zu werden.

Rekapituliere ich zum Schluss den heutigen Stand der Kenntnis über die Wirkungsweise der Brühe, so geht er dahin:

Es liegt viel Wahrscheinlichkeit dafür vor, dass unter Mitwirkung von exosmierenden Blatt- und Pilzzellbestandteilen genügende Mengen $Cu(OH)_2$ in Lösung übergeführt werden, um einerseits die Pilzsporen oder Keime abzutöten, andererseits ins Blatt einzudringen. Je nach ihrer Menge und je nach der spezifischen Empfindlichkeit der Pflanzen wirken sie entweder schädlich oder fördernd. Die eindringende Menge ist von äusseren Verhältnissen, welche auf die Dicke der Kutikula Einfluss haben, abhängig und deshalb überwiegt bei empfindlichen Pflanzen oder Pflanzenteilen bald die eine, bald die andere Wirkungsweise und deshalb treten die Schäden in manchen Jahren häufiger auf, als in anderen. Aufgabe weiterer Forschung wird es sein, den Eintritt des Kupfers von der Blattoberfläche aus und die Rolle des Kupfers im Innern der Blattzellen, besonders bei der Chlorophyllbildung, zu verfolgen.

*) Généralité de la fixation des métaux par la parois cellulaire (Compt. rend. 1901. II. 7. pg. 58—60).

Einige Beobachtungen über die Einwirkung der Bodensterilisation auf die Entwickelung der Pflanzen.

Von Dr. C. **Schulze**, Oppenheim a. Rh.

M. H.! Seit einer längeren Reihe von Jahren hat ein besonderes Spezialgebiet der Bakteriologie — nämlich dasjenige, welches die Mikroorganismen des Bodens und ihre biologische Rolle umfasst — in wissenschaftlicher sowohl wie praktischer Beziehung eine gleich hervorragende Bedeutung gewonnen.

Das stetig zunehmende wissenschaftliche Interesse für dieses Forschungsgebiet datiert von der Zeit her, welche die Erkenntnis brachte, dass die Bakterienflora des Bodens, wenn auch nicht in ihrer Gesamtheit, so doch mindestens zu einem erheblichen Teil in einer mehr oder weniger direkten Beziehung zur Ernährung und zur Entwickelung der im Boden wachsenden Pflanzen steht. — Die erste Aufklärung, welche hier die wissenschaftliche Forschung brachte, bestand darin, dass sie die eigentümlichen Wechselbeziehungen klarlegte, welche zwischen den Leguminosen und den merkwürdigen, Stickstoff assimilierenden Bewohnern ihrer Wurzelknöllchen bestehen. Die neuere Forschung zeigte weiter, dass auch da, wo es nicht zu einer unmittelbaren Symbiose — der Kürze halber sei diese Bezeichnung hier beibehalten — zwischen den Mikroorganismen des Bodens und den darin wachsenden Pflanzen kommt, wie dies bei den Leguminosen der Fall ist, dennoch zwischen beiden unter Umständen Beziehungen existieren können, deren praktisch höchste Bedeutung wiederum darin liegt, dass gewisse Bodenbakterien auch ausserhalb einer Pflanze den Luftstickstoff zu assimilieren vermögen, der, wenn auch nur indirekt, aber schliesslich doch ebenfalls den Pflanzen, hier also speziell den Nichtleguminosen, zugute kommen kann.

M. H.! Dem auf diesem Gebiete tätigen Bakteriologen erwächst natürlich — wie dies ja schliesslich auf jedem Gebiete der Bakteriologie der Fall ist — die Aufgabe, einzelne Bakterienformen, welche sein besonderes Interesse aus irgend welchen Gründen hervorgerufen haben, in Reinkultur zu züchten und auch in Reinkultur auf bestimmte Versuchspflanzen einwirken zu lassen; er steht also vor den begreiflicherweise nicht ganz leichten Aufgaben:

1) ein steriles Medium zu schaffen, in welchem die Pflanzen wachsen sollen,
2) die Versuchspflanzen aus vollkommen desinfizierten Samen zu erziehen und

3) dafür zu sorgen, dass der Versuchsboden dauernd steril bleibt, bezw. dass darin nur die eingeimpften Bakterienreinkulturen zur Entwickelung gelangen und ihre eventuelle Einwirkung auf die Pflanzen zur Geltung bringen.

Von den genannten drei Aufgaben ist die erstgenannte: „Schaffung eines zunächst keimfreien Entwickelungsmediums für die Versuchspflanzen“ scheinbar die einfachste und ist es an sich in der Tat auch, da man ja mit Hilfe genügend grosser Sterilisierapparate speziell von Autoklaven leicht auch die widerstandfähigsten Bodenbakterien, bezw. deren Sporen in den mit Boden gefüllten Versuchsgefässen vernichten kann.

Es entsteht hier aber eine andere Schwierigkeit, und diese liegt darin, dass durch die Bodensterilisation, sei es eine trockene, sei es eine feuchte, gewisse Bodenbestandteile, eine weitgehende chemische Veränderung erleiden, wodurch weiterhin auch die sich entwickelnden Pflanzen unnormalen Einflüssen ausgesetzt sind. Wie ich Ihnen später zeigen werde, können diese Einflüsse unter Umständen derart grosse sein, dass sie zu einer vollkommen unnormalen Entwickelung der Pflanzen führen und also eine völlige Störung des gesamten Versuchsbildes zur Folge haben müssen.

Man könnte hier einwenden: „Warum nimmt man dann nicht in solchen Fällen statt Erde ein indifferentes Material, das insbesondere keinerlei organische Bestandteile enthält, also z. B. Quarzsand und dergl.?“ Demgegenüber ist hervorzuheben, dass für diejenigen Bodenbakterien, welche nicht in Symbiose mit höheren Pflanzen leben, der Boden und seine organischen Bestandteile zugleich das eigentliche Nährmedium darstellt, welches — wie allerorts aus der Literatur zu entnehmen ist — schwer oder gar nicht durch mit künstlichen Nährstoffen versetztem Sand ersetzt werden kann.

Bei den Leguminosen allerdings übernehmen die Pflanzen selbst die Rolle der Ernährer der Knöllchenbakterien und hier kann man tatsächlich durch Verwendung von Sand statt Boden die oben genannten Schwierigkeiten umgehen; bei der biologischen Prüfung der übrigen Bodenbakterien wird man jedoch wohl oder übel in den meisten Fällen mit der Verwendung von wirklichem Kulturboden bei entsprechenden Versuchen zu rechnen haben.

M. H.! Die Beobachtungen über die Einwirkung der Bodensterilisation auf das Pflanzenwachstum, welche ich Ihnen nunmehr mitzuteilen habe, sind an Versuchen gemacht worden, welche lediglich ad hoc angestellt wurden; es handelt sich also bei denselben nur um das Studium dieser Frage und nicht etwa auch noch um Fragen der Impfwirkung

irgend welcher Bakterienarten. — Mitteilungen über diesen Gegenstand finden sich in der sonst so reichlichen Literatur dieses Spezialgebietes nur spärlich und sind mehr gelegentlicher Natur mit einer Ausnahme jedoch, welche eine von Richter*) publizierte kurze Mitteilung der Versuchsstation Tharand betrifft. In Tharand hatte man wiederholt beobachtet, dass Hafer- und Senfpflanzen, welche in Boden wuchsen, der drei Tage hintereinander je 6 Stunden lang bei 100° C. sterilisiert worden war, eigentümliche Krankheitserscheinungen aufwiesen, die im wesentlichen in einer vom Rande der jüngeren Blätter aus bis zur Mitte fortschreitenden Verfärbung bestanden und deutlich an die durch saure Gase verursachten Beschädigungen erinnerten. Später entwickelten sich jedoch die Pflanzen im sterilisierten Boden meist üppiger als die im nicht sterilisierten wachsenden und ergaben meist Trockensubstanzen mit prozentisch höherem Stickstoffgehalt als diese. Richter hat dann die rein chemische Seite dieser Frage genau bearbeitet und besonders nachgewiesen, dass durch das Sterilisieren ein Teil des unlöslichen Bodenstickstoffs in eine leichter lösliche Form übergeführt wird und dass auch die in kaltem Wasser lösliche unorganische und besonders organische Substanz eine sehr erhebliche Vermehrung erfährt.

Gelegentlich einer umfangreicheren Untersuchung über das „Alinit“,**) bei welcher Weizenpflanzen teils in sterilisiertem, teils in nicht sterilisiertem Boden zur Entwickelung gelangten, konnten wir nun s. Z. in der landw. Versuchsstation zu Marburg Beobachtungen machen, welche von den in Tharand gemachten Beobachtungen in mancher Beziehung abwichen! Es zeigten sich zunächst an den Weizenpflanzen in sterilisiertem Boden Krankheitserscheinungen irgend welcher Art nicht, es blieben auch Mehrernten in den sterilisierten Böden aus, sowohl was die Gesamternte an Trockensubstanz, wie die an Stickstoff betrifft. Aber darin zeigten sich ganz auffallende Unterschiede, dass die Pflanzen in sterilisiertem Boden sich anfänglich viel dürftiger entwickelten, als die in nicht sterilisiertem Boden. In letzterem war die Entwickelung der Blätter anfangs, d. h. bis zur Halmbildung eine üppigere, und die Ausbildung der Halmblätter dann dürftiger; in sterilisiertem Boden war es umgekehrt: bis zur Halmbildung waren die Blätter schmal und dürftig, während später die Halmblätter eine auffallende Breite und noch auffallendere Länge zeigten. Einige daraufhin angestellte orientierende Versuche mit anderen Böden und Pflanzen ergaben dann so sonderbar ungleichartige Ergebnisse, dass es notwendig erschien, die Wirkung der

*) Landw. Vers.-Stat. 47. (1896) S. 269.

**) Landw. Jahrb. XXX (1901) S. 319.

Bodensterilisation einmal in einer möglichst systematisch angelegten Reihe von Versuchen eingehender zu studieren. Für die Anlage der Versuche waren folgende Gesichtspunkte massgebend: Bei den bisher beobachtenden Verschiedenheiten in der Wirkung der Bodensterilisation, die, wie gesagt, besonders bei den Versuchen in Tharand und bei unseren in Marburg über das Alinit angestellten Versuchen hervortraten, konnten hauptsächlich dreierlei Gründe in Frage kommen:

1) konnten die Unterschiede in den Versuchsergebnissen bedingt sein durch die Verschiedenartigkeit der benutzten Böden,
2) durch die Verschiedenheit der in den Böden wachsenden Pflanzen und
3) durch Ungleichartigkeiten in der Ausführung der Sterilisation. Während nämlich die Böden in Tharand an 3 Tagen je 6 Stunden im strömenden Wasserdampf sterilisiert wurden, erhitzten wir in Marburg nur ca. 1 Stunde im Autoklaven bei 125° C.

Diese 3 Gesichtspunkte wurden also bei den Versuchen berücksichtigt; es wurden mehrere verschiedenartige Böden benutzt: Marburger Ackerboden, -Wiesenboden und -Gartenboden, als Versuchspflanzen dienten: Hafer, Erbsen, Senf, Buchweizen und ein Gemisch von Gräsern, und sterilisiert endlich wurde teils 18 Stunden bei 100° C., teils 1 Stunde bei 125° C. Gedüngt wurden die Böden nur mit Mineralsalzen, nicht aber auch mit Stickstoff. Bei einigen Versuchsreihen wurde noch die Düngung teils vor, teils nach der Sterililation gegeben, um festzustellen, ob die bei den früheren Versuchen beobachteten Erscheinungen zum Teil etwa zurückzuführen seien auf Veränderungen, welche die Nährsalze beim Sterilisieren erleiden.

M. H.! Die Ergebnisse dieser Versuche lege ich Ihnen vor in Gestalt von Photographien, welche von den Pflanzen angefertigt wurden einmal im Anfang ihrer Entwickelung und dann wieder unmittelbar vor der Ernte. Den Photographien beigefügt sind kleine Tabellen, welche Angaben enthalten über die Gesamternten an Trockensubstanz und an Stickstoff sowie über den Prozentgehalt der geernteten Pflanzenmasse an Stickstoff. In den letzten beiden Reihen der Tabellen sind ferner Zahlen enthalten, welche das Verhältnis zwischen den Ernten an Trockensubstanz und Stickstoff dadurch deutlicher machen, dass die Ernten in den nicht sterilisierten Gefässen gleich 100 gesetzt sind. Schliesslich sind auf den Tafeln auch noch die wichtigsten Versuchsergebnisse kurz hervorgehoben.

Ich kann mich also bei der Besprechung der Versuchsergebnisse

kurz fassen und beschränke mich darauf, sie im allgemeinen zu kennzeichnen.

Was zunächst die Frage anbetrifft, ob die mit der Düngung gegebenen Nährsalze durch das Sterilisieren eine Veränderung erfahren haben, so scheint es nach einigen Versuchsergebnissen tatsächlich der Fall gewesen zu sein.

Die Pflanzen in dem nach der Sterilisation gedüngten Boden standen zuweilen besser und ergaben eine etwas höhere Ernte. Bei anderen Versuchsreihen trat dies jedoch weniger hervor, und es scheint dieser Umstand im ganzen doch nur eine Rolle von untergeordneter Bedeutung zu spielen. Ähnlich ist es mit der Art der Ausführung der Sterilisation; in manchen Fällen schienen die Pflanzen durch die 18 stündige Sterilisation bei 100° C. stärker beeinflusst worden zu sein, in andern wieder durch die 1 stündige bei 125° C.

Wichtiger und auffallender als alles dies, ist aber der Einfluss, welcher begründet ist in der Natur und Zusammensetzung des für die Versuche benutzten Bodens, und bemerkenswerter ist weiterhin die Tatsache, dass die verschiedenen Pflanzen sehr verschieden empfindlich sind gegen die Zersetzungsprodukte, welche im Boden durch die Sterilisation offenbar entstehen.

Die am ungünstigsten wirkenden Zersetzungsprodukte entstanden bei der Sterilisation des Wiesenbodens. Der Hafer sowohl wie auch der Senf und die Erbsen zeigten zu Anfang ihrer Entwickelung Krankheitserscheinungen, welche in Gelbwerden und Absterben der jüngeren Blätter bestanden. Die Pflanzen blieben im Anfang ihrer Entwickelung auch auffallend zurück gegenüber den in nicht sterilisiertem Boden wachsenden Vergleichspflanzen; während aber namentlich der Hafer und teilweise auch die Erbsen die anfängliche Störung später ziemlich wieder überwanden, war dies bei dem Senf nicht der Fall, welcher sich dadurch als eine gegen die Bodensterilisation ausserordentlich empfindliche Pflanze erwies.

Vergleicht man in diesen Versuchen die erzielten Ernten an Trockensubstanz, so zeigt sich, dass eine Ernteerhöhung auch bei der am wenigsten empfindlichen Pflanze, dem Hafer, infolge der Bodenaufschliessung durch die Sterilisation nicht stattgefunden hat; nur in einem der sterilisierten Gefässe beträgt die Ernte 103 gegen 100 im nicht sterilisierten Gefässe. Die ungünstige Einwirkung der Zersetzungsprodukte im sterilisierten Boden überwog also beim Wiesenboden wesentlich die günstige Wirkung, welche die Bodenaufschliessung hätte zur Folge haben können. Bei dem sehr empfindlichen Senf betrug in einem Falle die Gesamternte nur 26 gegen 100 im nicht sterilisierten Gefässe.

Etwas anders waren bereits die Ergebnisse beim Ackerboden. Krankheitserscheinungen waren beim Hafer kaum noch zu beobachten, die Pflanzen blieben zu Anfang in der Entwickelung kaum noch zurück und überholten später die Pflanzen in nicht sterilisiertem Boden so bedeutend, dass sich Mehrernten von 50 bis 100 % ergaben. Der Senf lässt zwar auch hier noch seine sehr grosse Empfindlichkeit gegenüber den Produkten der Bodensterilisation erkennen, er zeigte noch starke Krankheitserscheinungen, aber doch überwog wenigstens bei der kürzeren Sterilisation bei 125° C. bereits die Wirkung der Bodenaufschliessung, so dass eine Mehrernte von 23 % erzielt wurde.

Noch geringer war nun merkwürdigerweise die störende Wirkung der Sterilisation beim Gartenboden. Beim Hafer zeigten sich Krankheitserscheinungen überhaupt nicht mehr und es war von Anfang an eine Beförderung des Wachstums zu bemerken. Der Senf im sterilisierten Boden blieb anfangs im Wachstum etwas zurück und zeigte geringe Krankheitserscheinungen, überholte aber später die Pflanzen im nicht sterilisierten Boden sehr bedeutend, und es ergaben sich nun im Gartenboden infolge der Sterilisation sowohl bei Hafer, wie bei Senf, Mehrernten von 30 bis 70 %.

Es wäre nun natürlich von Interesse gewesen, nachzuweisen, welcher Art die Zersetzungsprodukte sind, welche je nach der Bodenart bei der Sterilisation in verschiedenen Mengen entstehen, und je nach der grösseren oder geringeren Empfindlichkeit der betr. Pflanzenart mehr oder minder stark zur Wirksamkeit gelangen. Zu vermuten war, dass es saure Zersetzungsprodukte der Humusbestandteile der Böden sind, welche die erwähnten Wirkungen hervorbringen, und interessant ist da ein physiologisches Experiment, welches noch ausgeführt wurde und darin bestand, dass in einigen weiteren Versuchsreihen einem Teil der zu sterilisierenden Gefässe mit der Düngung gleichzeitig noch Kalk als kohlensaurer Kalk gegeben wurde.

Als Versuchsboden diente hier der die stärksten Wirkungen äussernde Wiesenboden; als Versuchspflanzen der äusserst empfindliche Senf und ausserdem als neue Versuchspflanzen noch Buchweizen und ein Gemisch von Gräsern.

Das Ergebnis dieser Versuche war, dass durch den Zusatz von kohlensaurem Kalk zum Boden tatsächlich die ungünstige Wirkung der Bodensterilisation zum grössten Teil aufgehoben wurde. Am deutlichsten trat dies bei dem empfindlichen Senf hervor. In dem sterilisierten, aber nicht mit Kalk versetzten Boden kam wiederum so gut wie keine Entwickelung der Pflanzen zustande während in dem sterilisierten und mit Kalk versetzten Boden, kaum eine Verzögerung der Entwickelung

zu bemerken war. Freilich zeigten aber die Pflanzen auch hier kein völlig normales Aussehen: zur Zeit der Ernte enthielten sie ungefähr ebensoviel Trockensubstanz, als die im nicht sterilisierten Boden; es würde jedoch vielleicht auch eine deutliche Mehrernte zu konstatieren gewesen sein, wenn man den Pflanzen im sterilisierten und mit Kalk gedüngten Boden hätte Zeit lassen können, ihre offenbar noch nicht abgeschlossene Entwickelung zu vollenden.

Ähnliches, wie vom Senf, gilt auch vom Buchweizen; auch hier hatte der Kalkzusatz die ungünstige Wirkung der Bodensterilisation, welche in dem sterilisierten und nicht mit Kalk gedüngten Gefässe zu einer Minderernte von ca. 50 % führte, völlig aufgehoben und sogar eine kleine Mehrernte (11 %), ermöglicht. Da Buchweizen offenbar weniger empfindlich ist als Senf, so zeigten die Pflanzen im sterilisierten und mit Kalk versetzten Boden auch ein völlig normales Aussehen.

Bei den Versuchen mit Gras hatte sowohl der nicht sterilisierte wie der sterilisierte Boden den Kalkzusatz erhalten, im sterilisierten Boden hatte deshalb eine ausserordentliche Ernteerhöhung und zwar um über 100 % stattgefunden.

M. H.! Es bleibt mir nun noch übrig, Sie auf die Ergebnisse der Stickstoffbestimmungen in den Ernten aufmerksam zu machen. Wenn Sie daraufhin die den Tafeln angehefteten Tabellen und zwar die letzten Reihen derselben durchsehen, so bemerken Sie, dass, abgesehen von den Versuchen mit Erbsen und einem Versuch mit Senf in Wiesenboden, fast überall ausserordentlich hohe Mehrernten an Stickstoff aus den sterilisierten Böden zu verzeichnen waren, Mehrernten, welche wie z. B. in dem Versuch mit Hafer in Ackerboden bis über 200 % betrugen (nicht steril. 100. steril. 317). Solche Mehrernten an Stickstoff sind auch da zu verzeichnen, wo an sich infolge der im sterilisierten Boden entstandenen Zersetzungsprodukte eine Herabminderung der Gesamternte an Pflanzentrockensubstanz eingetreten war. Die Pflanzen haben also überall im sterilisierten Boden eine sehr bemerkbare und teilweise sogar eine ganz unerhörte Luxuskonsumption mit dem durch die Sterilisation löslich gewordenen Bodenstickstoff getrieben. Wie wichtig und beachtenswert gerade diese Tatsache speziell für Impfversuche mit vermeintlich stickstoffassimilierenden Bakterien werden kann, brauche ich wohl nicht besonders hervorzuheben.

Bei den Versuchen mit Erbsen waren, wie gesagt, keine Mehrernten, sondern im Gegenteil Mindererntcn an Stickstoff aus den sterilisierten Gefässen zu konstatieren. Der Grund dafür ist aber einfach der, dass sich in dem nicht sterilisierten Boden die Wurzelknöllchen normal entwickelten, während sie in zwei von den Gefässen mit sterili-

siertem Boden ganz fehlten und in einem, welches nach der Sterilisation noch einmal umgefüllt wurde, nur unvollkommen entwickelt waren. Die Wirkung der Knöllchen war also der aufschliessenden Wirkung der Bodensterilisation doch bedeutend überlegen.

M. H.! Wir sehen also, dass in sterilisiertem Boden die Pflanzen unter der Einwirkung von zwei entgegengesetzt wirkenden Faktoren stehen. Je nach der Natur des Bodens entstehen mehr oder weniger schädlich wirkende Zersetzungsprodukte, deren Einfluss die Pflanzen je nach ihrer individuellen Empfindlichkeit mehr oder weniger stark ausgesetzt sind. Dem entgegen wirkt der das Wachstum natürlich befördernde Einfluss der Aufschliessung des Bodens und zwar speziell des bisher unlöslichen Stickstoffvorrates desselben. Je nachdem nun aber einer dieser beiden Faktoren sich als der überwiegende erweist, je nachdem kommt eine Erhöhung oder eine Verminderung der Erntemasse zustande. Sehr oft scheinen aber, wie gesagt, die Pflanzen unter solchen Umständen Gelegenheit zu finden, Luxuskonsumption mit dem durch das Sterilisieren löslich gewordenen Bodenstickstoff zu treiben.

M. H.! Es sind dies Momente, welche, wie mir scheint, bei Versuchen, wie ich sie eingangs meiner Ausführungen kennzeichnete, alle Beachtung verdienen und zu besonderer Vorsicht und Prüfung des für solche Versuche zu verwendenden Bodens mahnen. Auch der Auswahl der Versuchspflanzen dürfte in solchen Fällen eine besondere Sorgfalt zu widmen sein; bedauerlich ist das eine, dass der als Versuchspflanze mit Recht so beliebte Senf sich gegen die Wirkung der Bodensterilisation als so ausserordentlich empfindlich erweist.

Die Nichtbeachtung der bei diesen Versuchen hervorgetretenen Momente kann unter Umständen natürlich zu bedeutenden Irrtümern in der Interpretation diesbezüglicher Versuchsergebnisse führen. Es ist z. B. denkbar, dass die positive Impfwirkung einer Bakterienart ganz und gar übersehen wird, nur deshalb, weil die Pflanzen in dem sterilisierten Boden, und zwar sowohl in dem geimpften wie in dem nicht geimpften schon durch den bei der Sterilisation löslich gewordenen Bodenstickstoff überfüttert wurden.

Einiges über den heutigen Stand der Methoden und Normen in der Samenkontrolle.

Von **A. Voigt**, Hamburg.

Man kann wohl ganz ungezwungen die technische Wertbestimmung von Sämereien als spezialisiertes Arbeitsgebiet zu den ältesten Kindern der angewandten Botanik zählen. Bereits 1875 wurden auf der Naturforscherversammlung in Graz unter Führung von Nobbe die ersten Beschlüsse über Methoden und Normen gefasst, die in ihren Grundzügen noch heute massgebend sind, wenn sie auch im einzelnen manche Wandlungen erfahren haben und erfahren werden.

Fast gleichzeitig erhielt die junge Sache bedeutsame Förderer in Möller-Holst in Kopenhagen und Stebler in Zürich, und zu ihnen gesellten sich nach und nach Eidam in Breslau, Kirchner und Michaelowski in Hohenheim, Rodewald in Kiel, Weinzierl in Wien, Wittmack in Berlin und manche andere.

Während nun im Deutschen Reiche die Samenprüfung zur Tätigkeit der vielen landwirtschaftlichen Versuchsstationen gehört, hat sich in der Schweiz, in Österreich, in Dänemark und in Holland dieselbe mehr zentralisiert, indem neben wenigen kleinen Anstalten eine grosse Samenkontrollstation besteht. Letztere haben den Vorteil, dass bei ihnen eine viel grössere Anzahl von Proben zusammenläuft und damit ein viel grösseres Material zum Studium der verschiedenen einschlägigen Fragen zur Verfügung steht. Die deutschen Verhältnisse dagegen haben wohl darin ihren Vorzug, dass eine grössere Anzahl Fachgelehrter sich mit der Sache beschäftigt.

Eine notwendige Folge der Dezentralisation der Samenprüfung bei uns ist die Schaffung von gemeinsamen Untersuchungsvorschriften, wie solche 1875 in Graz beschlossen und seitdem vom Verband landw. Versuchsstationen im Deutschen Reiche von Fall zu Fall weiter ausgedehnt worden sind.

Dieses Bedürfnis fällt für die grossen Zentralstationen — wenn man so sagen darf — fort, und man hört daher nur wenig über die Untersuchungsmethoden derselben.

Um nicht unvollständig zu erscheinen, sei hier eingeschaltet, dass allerdings für die drei nordischen Reiche (Dänemark, Schweden, und Norwegen) ähnlich wie früher für Dänemark allein, gemeinsame, regierungsseitig bestätigte Vorschriften bestehen.

Die Samenprüfung hat in den etwa 30 Jahren ihres Bestehens einen s. Z. wohl kaum geahnten Aufschwung genommen. Die Anzahl der jährlich untersuchten Proben ist in Zürich in 25 Jahren von rund 1000 auf 10000 gestiegen. Man schätzt nicht zu viel, wenn man annimmt, dass die heute jährlich an allen Stationen geprüften Muster 50000 übersteigen, und man übertreibt nicht, wenn man behauptet, dass die Zahl der jährlich untersuchten Proben das doppelte, also etwa 100000 erreicht. Der Samenhandel, der sich s. Z. aus ganz verständlichen, sehr nahe liegenden Gründen einer übermässigen Kontrolle gegenüber ablehnend verhielt, hat schon lange eingesehen, dass eine sachgemässe Prüfung seiner Ware in seinem eigensten Interesse liegt.

Stammen doch $^4/_5$ aller in Zürich einlaufenden Muster von Händlern und ähnlich wird das Verhältnis bei einer ganzen Reihe anderer Anstalten sein. Und diese Proben werden nicht nur eingesandt, um einen Anhalt für die dem Konsumenten zu bietende Garantie zu haben, sondern sehr häufig deshalb, weil der Grosshandel bereits unter sich bestimmte Garantien verlangt.

Um diese leisten zn können und um eine schnelle Orientierung zu ermöglichen, besitzen z. B. fast sämtliche Grosshändler Hamburgs eigene Laboratorien, besetzt mit Hilfskräften, die meist längere Zeit in einer Kontrollstation (Kopenhagen, Kiel oder Hamburg) ausgebildet sind. An diesen Comptoiren werden sicher bei weitem mehr Muster auf Seide, Reinheit und Keimkraft geprüft, als an die Stationen eingesandt werden, und ähnlich wird es an andern grossen Samenhandelsplätzen liegen.

Damit komme ich zu den Gründen, die mich bewogen haben, hier einiges über die Samenprüfung zu sagen. Einmal halte ich es für notwendig, diesen Gegenstand auf der ersten Tagung des Verbandes für angewandte Botanik nicht unberührt zu lassen, und zweitens scheint mir die Zeit gekommen, wo man auf Grund der vielseitigen, zum Teil auch ausserhalb Deutschlands gesammelten Erfahrungen, an eine weitere Vertiefung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Methodik und vor allem an eine einheitliche Ausgestaltung der Normen herantreten kann.

Haben doch schon der Verband der Samenhändler Hamburgs und der Verband der Samenhändler Deutschlands — ersterer sogar recht weitgehende — Normen für ihre gegenseitigen Handelsbeziehungen geschaffen.

Persönlich sei es mir gestattet hier hinzuzufügen, dass ich bitte, mir als verhältnismässig jungem Leiter eines Laboratoriums diese Auslassungen nicht als Anmassung auszulegen, sondern als Grund dafür anzuerkennen, dass an einem der ersten Plätze des internationalen

Samenhandels die Bedürfnisse der Praxis leichter erkannt und verstanden werden. Ferner halte ich es nicht für überflüssig, zu erklären, dass ich mich allein im Interesse der Sache zu meinem heutigen Referate entschlossen habe. Wie Sie alle wissen werden, ist in letzter Zeit ein gar heftiger Streit über den Wert oder den Unwert der Samenkontrolle ausgebrochen, indem von beiden Seiten das Mass der Vorwürfe wohl oft überfüllt war; auch diesem stehe ich fern und werde ihn bei meinen weiteren Ausführungen nicht wieder berühren.

Da ich nicht erwarten kann, für die Einzelheiten der Samenprüfungstechnik allgemeines Interesse zu finden, werde ich mich bemühen, nur die wichtigsten Punkte herauszugreifen und kurz zu besprechen. Ich werde die einzelnen Untersuchungsarten nacheinander vornehmen und die für dieselben event. in Betracht kommenden Normen gleich hinzunehmen.

Die Methodik der Echtheitsbestimmungen ist kaum strittig. Sie sind möglich event. unter Zuhilfenahme der Mikroskopie der Samenschale am Samen selbst oder in zweifelhaften Fällen ganz einwandfrei durch die Aussaat und nachfolgende Bestimmung. Erwähnen möchte ich nur speziell das englische und italienische Raygras, *Lolium perenne* und *italicum.* Beide Pflanzen haben sehr ähnliche Früchte, nur diejenigen des italienischen sind begrannt und event. etwas zarter. Nun haben nach Stebler Aussaatversuche ergeben, das *Lolium italicum* bis zu 20 % unbegrannte Früchte hervorbringt. Demgegenüber kann ich mündliche Angaben Michaelowskis anführen, der nur begrannte Ähren erhalten hat. Für die Praxis empfiehlt es sich jedenfalls, den Prozentgehalt unbegrannter Früchte im italienischen Raygras anzugeben. Ganz kürzlich hat nun O. Rostrup, Kopenhagen in seinem stets an interessanten Mitteilungen reichen Jahresbericht*) einen Unterschied in der Zähnelung der inneren Spelze beim englischen und italienischen Raygras — ganz ähnlich wie ein solcher für die Poaarten besteht — nachgewiesen und abgebildet. Danach ist ein Teil der unbegrannten Samen als englisches Raygras nachweisbar, ein Teil aber bleibt zweifelhaft.

Die Bestimmung der Herkunft einer Saat wird allgemein auf die Ermittelung bestimmter der Provenienz nach bekannter Unkrautsamen gestützt. Die Kenntnis derselben ist namentlich durch Stebler gefördert und bei den verschiedenen Neuauflagen seiner „besten Futterpflanzen"**) vervollständigt und erweitert worden. Eine vollständige Zusammenstellung von Unkrautsamen nach Familien geordnet, gibt ferner Rostrups

*) Aarsberetning fra dansk frœkontrol 1901—2, Kjoebenhavn 1903 pg. 41 ff.

**) F. G. Stebler und C. Schröter, Die besten Futterpflanzen, Bern. (K. J. Wyss.) I. 3. Aufl. 1902.

Jahresbericht für 1898/99.*) Zum Teil den Steblerschen Mitteilungen widersprechende Angaben enthalten die bei Parey erschienenen Unkräuter Burchards.**) Hier ist eine Klärung dringend am Platze, wenn schon für die Steblerschen Angaben die langjährige und grössere Erfahrung sehr ins Gewicht fällt. Jedenfalls sind auf diesem Gebiete genaue pflanzengeographische Nachforschungen und Belege sehr erwünscht. Es würde sich meines Erachtens recht sehr empfehlen, in geeigneter Weise die Spezialfloristen auf die Unkräuter der Kleeäcker besonders hinzuweisen und ihr Interesse für dieselben zu wecken; und namentlich weil heute der jährliche Wechsel in den Provenienzen des Handels so gross ist. Ein Jahr ist Amerika, ein anderes Russland, das nächste vielleicht Frankreich unser Hauptkleelieferant. Nicht unerwähnt möchte ich es hier ferner lassen, dass auch Farbe, Korngrösse und Gestalt, kurz der Typ eines Musters oft einen guten Anhalt für die Herkunft einer Saat bieten, dass aber hierzu eine langjährige Vertrautheit mit der Ware und ihren verschiedenen Provenienzen nötig ist, die vollständig eigentlich nur auf einem Kleespeicher selbst erworben werden kann.

Wir wenden uns jetzt zu der Bestimmung des Gehaltes an besonders gefährlichen Unkräutern und wollen uns allein mit dem wichtigsten und gefährlichsten, der Kleeseide, *Cuscuta Trifolii*, beschäftigen. Die Methode der Feststellung bedarf keiner Besprechung, die Probe wird entweder zur Erleichterung des Aussuchens gesiebt oder nicht; jedenfalls wird das ganze Muster auf seinen Seidegehalt Korn für Korn durchgesehen. Darüber bestehen keine Meinungsverschiedenheiten.

Wohl aber herrschen über die Grenze, bis zu welcher Menge Seidesamen zulässig sind, verschiedene Ansichten. Manche Stationen verlangen absolut seidefreie Saaten, andere gewähren eine Latitude von 1 Korn in 100 Gramm (10 im Kilo), andere erklären eine solche Ware zwar noch für zulässig, einen Preisabzug aber für berechtigt, wieder andere z. B. Wien haben nur 5 Korn im Kilo Latitude. Die Samenhändler haben in ihrem Verbande ebenfalls 1 Korn in 100 Gr. als Latitude angenommen. Hier herrschen also die verschiedensten Ansichten und Normen, die aber bei einigem guten Willen wohl unschwer einheitlich sich regeln liessen.

Absolute Seidefreiheit zu garantieren, ist eigentlich nur bei den wenigen naturell seidefreien Saaten möglich. Muss aber eine Ware erst auf Seide gereinigt werden, was ja leider bei den meisten nötig ist, so ist auch eine Latitude zu gewähren. Und zwar einmal, weil die

*) l. c. Kopenhagen 1900.

**) O. Burchard, die Unkrautsamen, Berlin, Parey 1900.

Saat nur in seltensten Fällen ganz frei von Seide wird, zweitens aber aus folgendem Grunde.

Sämtliche Stationen verlangen z. B. für Rotklee 100 Gr. zur Seideuntersuchung; wird keine Seide gefunden, so wird die Ware meist als seidefrei bezeichnet. So lange nun nicht mehr wie hundert Gramm für die Prüfung gefordert werden, ist auch jeder Befund von weniger wie 1 Korn in 100 Gr. oder 10 im Kilo — also mindestens 9 im Kilo — als Latitude zuzulassen. Der Einfachheit halber wird man dann meist den Spielraum um ein geringes, von 0,9 auf 1 Korn in 100 Gr. erhöhen. Ich möchte mich hier nun nicht für eine Latitude fest verpflichten, wohl aber die Forderung aufstellen, dass dieselbe mit dem eingeforderten Quantum in richtiger Beziehung stehe.

Eine weitere, seit einigen Jahren akute Frage, betrifft die Früchte der Kleeseide, die sog. Kapselseide. Dieselben finden sich häufig in grosser Menge in mehr oder minder ausgereiftem Zustande im Rotklee. Sie enthalten bis zu 4 ebenfalls in verschiedenem Entwickelungsstadium befindliche Samen, also Seidekörner. In dieser Frage halte ich den Standpunkt des Verbands der Hamburger Samenhändler für sehr richtig.

Als Seide zählt jedes reife (d. h. entwickelte) Seidekorn, gleichviel, ob es in einer Kapsel oder frei in der Saat gefunden worden ist. Die Entscheidung, ob ein Seidekorn reif ist, d. h. ob es einen nachweisbaren Embryo hat, ist leicht zu fällen. Auch in dieser Frage wäre eine gleichmässige Handhabung sehr erwünscht. In allen Fällen ist es aber durchaus erforderlich, dass ein Attest stets den tatsächlichen Befund enthält, und dass durch eine besondere Bemerkung derselbe näher erläutert wird. Also z. B. Seidebefund: 1 Korn oder 4 unreife Kapseln in 100 oder 200 gr. Bemerkung (nach den Usancen des Samenhandels): innerhalb der Latitude für seidefrei!

Für die Reinheitsanalysen galt im Jahre 1875 für den Verband landwirtschaftlicher Versuchsstationen die Vorschrift, dass zur Feststellung der reinen Saat alle fremden Bestandteile, als fremde Samen, Sand und Bruch, d. i. Samen, deren Keim notorisch zerstört ist, zu entfernen seien, echte Samen aber zur Reinheit zu rechnen seien, selbst wenn sie unreif oder anscheinend untauglich seien. Heute ist die Bestimmung dahin geändert worden, dass alle echten Samen, die unzweifelhaft als zur Keimung unfähig erkannt werden können, zum Bruch zu rechnen sind. Damit ist die Auffassung von der Reinheit einer Saat, soweit angängig, eindeutig definiert (etwaige Schärfe oder Nachsicht in der Auffassung wird in den meisten Fällen durch den Keimversuch kompensiert). Jedenfalls werden Differenzen aus diesem Punkte nur in

ganz besonderen Fällen bei Zusatz von älteren Jahrgängen z. B. entstehen können und sich dann unschwer aus der Natur der Sache erklären.

Für die Grassämereien hat sich erst allmählich die Ansicht allgemein Geltung verschafft, dass taube Früchte, zumal wenn sie mit einer reifen Frucht noch ein Ährchen bilden, zur Spreu gehören und somit in letzterem Falle bei der Reinheitsanalyse entfernt werden müssen.

Zu verwundern ist es, dass für die Analyse von Grassaaten der sog. Samenspiegel bei den meisten deutschen Stationen keine Anwendung findet, während derselbe doch in Zürich, Wien, Kopenhagen und Wagenigen viel gebraucht wird. Auch in Hamburg tut er namentlich bei Verwendung direkten Sonnenlichtes sehr gute Dienste. Ferner sei noch hervorgehoben, dass in Kopenhagen und in Hamburg stets zwei parallele Reinheitsanalysen gemacht werden. Es lässt sich so die Menge der einzelnen Probe verringern; damit wächst die Genauigkeit in der Untersuchung und dadurch, dass man zwei Proben von zwei verschiedenen Teilen der Probe nimmt, steigt die Sicherheit im Resultat.

Nicht unerwähnt kann es ferner bleiben, dass in neuerer Zeit wieder Versuche gemacht werden, die Reinheitsanalysen auf das Entfernen alles wirklich Fremden zu beschränken, um dann ein bestimmtes Gewicht der echten Saat zum Keimen zu geben und die Anzahl Keime aufs Kilo zu berechnen. Gegen diese Methode lassen sich gewisse Bedenken nicht unterdrücken. Einmal sind alle Berechnungen aufs Kilo allgemein und besonders für den kleineren Konsumenten schwer verständlich. Ob ein Kilo Rotklee 40- oder 60,000 Keime enthält, davon kann man sich schwer eine Vorstellung machen. Dazu kommt, dass die Anzahl der Keime im Kilo zunimmt, je kleiner das Korngewicht wird. Es müsste also immer das Korngewicht als kompensierender Faktor herangezogen werden. Ferner bekommt man neben den normalen, sonst als reine Saat angesehenen Körnern — besonders bei schlechteren Qualitäten — viel überflüssige, faulende und schimmelnde Substanz in sein Keimbett. Der einzige Vorteil der Methode, die Schaffung eines durchaus objektiven Wertfaktors, soll nicht unerwähnt bleiben. Er trifft aber auch nicht ganz zu, weil bei der Feststellung der Korngewichts eine subjektive Auswahl stattfindet.

Bezüglich des Korngewichts als Wertfaktor sei ferner bemerkt, dass in Kopenhagen keine Reinheitsanalyse ohne Feststellung des Gewichts von 1000 Korn gemacht wird, dagegen habe ich in den Züricher Jahresberichten und Attesten vergeblich nach Gewichtsbestimmungen gesucht. Auch in Deutschland scheint die Feststellung derselben nur von einzelnen Stationen zu erfolgen.

Wir kommen nun zu den Keimversuchen, der wohl vielumstrittensten unter den Methoden.

Als Einführung sei ein Satz aus den Bestimmungen des Verbands Landw. Versuchsstationen zitiert: „Die Art des Keimbetts ist von geringer Bedeutung.“ Derselbe ist im grossen und ganzen richtig und wird überdies bestätigt dadurch, dass die meisten grösseren Stationen, Kopenhagen, Zürich, Wien, Tharand, Kiel etc., ganz verschiedene Apparate haben. Die Hauptsache ist — um wieder mit dem Verband zu reden — „die keimfördernden Faktoren Feuchtigkeit und Wärme in richtiger Abmessung den Samen zuteil werden zu lassen“. Die Variation aber dieser wichtigsten Faktoren kann für manche Fälle in einem besonderen Apparate leichter und günstiger sein, und damit ist die nötige Einschränkung für die allgemeine Äusserung über die Wahl der Apparate gegeben. Interessant ist, wie man allmählich die Anwendung intermittierender Wärme — die doch sicher den natürlichen Verhältnissen am nächsten kommt — auf eine immer grössere Anzahl von Samenspezies angewendet hat. Sonderbar ist es dagegen, dass man den Einfluss des Lichts für die Keimung mancher Gräser, der von Rostrup*) und Jönsson**) nachgewiesen wurde und in Kopenhagen und Zürich auch ausgenützt wird, in Deutschland z. T. noch verkennt, wo doch auch durch die Untersuchungen Heinrichers***) manches für die Sache sprechendes beigebracht worden ist.

Jedenfalls ist die Einführung der intermittierenden Wärme ein grosser Fortschritt und der erste Schritt auf dem Wege zu dem Ziele, zu dem wir bei unseren Keimprüfungen gelangen müssen, d. i. zur individuellen Behandlung der einzelnen Samenarten, wie es z. B. in Zürich heute schon geschieht. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, dass nun jeder Same seinen eigenen Apparat etc. verlangt, sondern es soll heissen, dass man die Samen mit der Zeit nach ihrer Keimungsbiologie in gewisse Gruppen sondern wird, und diese dann entsprechend behandelt.

Hierfür sind die Vorversuche aber bei weitem noch nicht abgeschlossen, und deshalb halte ich es für nötig, Samen von unbekannter Keimbiologie stets unter verschiedenen Bedingungen einzukeimen, nicht um — wie es wohl gelegentlich heisst — ein hohes Keimprozent herauszudestillieren, sondern um die äusseren für eine normale Entwickelung des betreffenden Samens notwendigen Faktoren zu erproben.

---

*) l. c. 1893—94. Kopenhagen 1895.

**) B. Jönsson: Jakttagelser öfver Ljusets Betydelse för Fröns Groning (Kgl. Fysiogr. Sällsk. Handl.). Lund 1893.

***) E. Heinricher, Ein Fall beschleunigender Wirkung des Lichtes auf die Samenkeimung. — Ber. d. d. Botan. Gesellsch. XVII. 308.

Ganz kurz möchte ich hier noch die sogenannten harten Körner, d. h. die im Keimbett gesundbleibenden, aber nicht quellenden und keimenden Samen, der Leguminosen etc. besprechen. Früher hat man dieselben fast allgemein zu einem gewissen Teil den Keimprozenten hinzugerechnet. Heute sind fast alle Stationen mit Ausnahme wohl nur von Zürich davon abgekommen. Eine Zeit lang schien es nun, dass infolge der Ritzmaschinen — Apparate, die die Hartschaligkeit beseitigen — kein Interesse für die harten Körner bestand. Heute aber, wo man einmal die Kostspieligkeit und auch die Schattenseiten dieser Maschinen erkannt hat, scheint die Meinung für eine gewisse Anrechnung der harten Körner wieder im Steigen begriffen zu sein. Es liegen nun bis jetzt unwiderlegte Versuche von Rostrup und Hamburg vor, dass tatsächlich ein gewisser Prozentsatz der im Keimbett hart verbleibenden Samen im Laufe des Winters quellfähig wird. Es liegt demnach kein Grund vor, ihrer teilweisen Anrechnung nicht wieder näher zu treten, zumal sie doch sicher eine bessere Bewertung verdienen, als die im Keimbett faulenden Samen.

Es erübrigt noch hier ganz kurz auf die Versuche Hiltners*) einzugehen, die auf den ersten Blick den Wert der heutigen Art der Keimprüfung in Frage zu stellen scheinen. Dem ist aber nach meinem Dafürhalten nicht so. Ich halte auch noch heute die normale Keimkraft einer Saat für einen ganz brauchbaren relativen Wertmesser, selbst wenn die Möglichkeit, den Samen in dem Boden seiner Bestimmung zu kultivieren, nicht vorliegt. So wird es nämlich in den meisten Fällen für den Zwischenhandel liegen. Derselbe will etwas über die Saat wissen, weiss aber nicht, wohin dieselbe noch einmal zur Aussaat kommt. Daneben enthält aber die Arbeit Hiltners sowohl für die Keimbiologie und die Pathologie des Saatgutes, als auch für die Feststellung der Nutzbarkeit eines Samens unter bekannten Verhältnissen äusserst wertvolle Fingerzeige.

Nun noch ein kurzes Wort über die hier in Betracht kommenden Normen. Das Produkt aus Reinheit und Keimkraft, geteilt durch Hundert, wird bekanntlich als Gebrauchswert bezeichnet. Für ihn galt bis vor kurzem allgemein ein Spielraum von 5 %. Heute gilt diese Latitude nur noch in Zürich und Wien, während die deutschen Stationen über 90 % 6 % und unter 90 % 9 % gewähren. Es sind auch Einzellatituden für Reinheit und Keimkraft über und unter 90 % festgesetzt. Ganz abgesehen davon, dass die neuen deutschen Spielräume als Einzel- und Gesamtlatituden nach meinem Dafürhalten einen inneren Widerspruch

*) L. Hiltner, Arbeiten aus der biolog. Abt. für Land- und Forstwirtschaft des Kaiserlichen Gesundheitsamts. Berlin 1908. III. p. 1 u. ff.

enthalten*), wirkt diese Ungleichheit in der Festsetzung der Latituden von Österreich, Deutschland und der Schweiz für den Samenverkehr sicher erschwerend. Dazu kommt, dass — soweit mir bekannt geworden ist — seit kurzem von den vereinigten nordischen Reichen die Latituden für den Gebrauchswert gänzlich abgeschafft worden sind.

Ich möchte mich hier nicht endgültig für das eine oder das andere entscheiden. Jedenfalls wäre eine Einigung sehr erwünscht. Soll eine Latitude sein, so wäre eine steigende Latitude mit fallendem Gebrauchswert das einzig richtige und zwar proportional zu demselben, dafür ist leicht eine Form zu finden. Auf der andern Seite hat aber das Fallenlassen der Latituden in den Nordstaaten auch manches für sich.

Die Latituden werden in vielen Fällen — aus geschäftlich leicht verständlichen Gründen, wenn auch zu Unrecht — den in den Stationen gefundenen Werten hinzugerechnet, und dadurch die Garantien übermässig in die Höhe getrieben und unsicher. Das Fallenlassen der Latituden würde meines Erachtens zu einer gewissen, grösseren Stabilität führen können. Es ist ferner heute sicher schon möglich, auf Grund der verschiedenen Durchschnittswerte der einzelnen Stationen für einzelne Samenarten gewisse Werte festzusetzen, die man vielleicht mit dem good average im Kaffeehandel vergleichen könnte, und unter die eine Ware, die noch auf Qualität Anspruch machen soll, nicht hinunter gehen darf. Damit träte an Stelle der Latitude eine untere Marge, wie sie für Rübensamen z. Z. schon besteht.

Sicher sind dies alles Gesichtspunkte, die der Erörterung wert sind und unschwer nach einer oder der andern Richtung hin brauchbare Resultate geben könnten.

So glaube ich Ihnen ganz kurz den Werdegang eines unserer ältesten Kinder geschildert zu haben, es ist mächtig herangewachsen und besitzt auch gute geistige Fähigkeiten, seine Erziehung ist aber keine abgeschlossene und kann keine abgeschlossene sein, da sie mit jedem Fortschritte der Wissenschaft der Ergänzung bedarf. Möge es unserm jungen Verbande vergönnt sein, manches zu seiner Förderung und einheitlichen Ausgestaltung beitragen zu können.

*) 90 % Reinheit und 90 % Keimkraft entspricht der Gebrauchswert 81 %. Es dürfte also für den Gebrauchswert die erhöhte Latitude erst bei 81 % eintreten und nicht schon bei 90 %.

Untersuchungen über das Theïn der Theepflanze.

Von A. Nestler.

Der Widerspruch, der bezüglich des Theïngehaltes der Theesamen in den wenigen, bisher durchgeführten Untersuchungen zum Ausdrucke kommt, indem die einen dem ruhenden Samen einen Theïngehalt überhaupt absprechen, andere nur Spuren von Theïn in demselben nachweisen und wieder andere wägbare Mengen jener Substanz vorfanden, veranlasste mich, nach eigener Methode diese Samen auf ihren Theïngehalt zu prüfen und zwar unter möglichster Berücksichtigung der morphologisch streng differenzierten und mechanisch leicht trennbaren Teile derselben.

Ein Nachweis des Theïns in der Zelle selbst, so interessant derselbe wäre, ist leider nicht durchführbar. Dagegen versuchte man die Lokalisation des Theïns im Laubblatte der Theepflanze wenigstens in einem bestimmten Gewebe desselben nachzuweisen und kam zu dem Resultate, dass alles Theïn nur in den Epidermiszellen und nicht im Mesophyll abgelagert sei. Wenn sich das wirklich so verhalten würde, so wäre dieser Nachweis gewiss von physiologischer Bedeutung. Ich habe auch diese Frage bezüglich der angeblichen Lokalisation des Theïns im Theeblatte durch einfache Mittel zu lösen versucht.

Daran schloss sich aus naheliegenden Gründen eine Untersuchung aller übrigen Organe der Theepflanze bezüglich ihres Theïngehaltes, um eine Übersicht über die Verteilung des Theïns in dieser Pflanze zu gewinnen.

Zum Nachweise des Theïns bediente ich mich jener einfachen Sublimationmethode, welche mir bei dem Nachweise von Theeverfälschungen mit bereits extrahiertem Thee vielfach sehr gute Dienste geleistet hat.*) Diese Methode hat den Vorteil, dass sie rasch und sicher zum Ziele führt; dann ist es sehr zweckmässig, dass bereits ein verhältnismässig sehr kleines Fragment (z. B. 1 mgr. des Theeblattes) zur Untersuchung vollkommen genügt. Daher kann jede Gewebeschichte

*) A. Nestler:

a) Ein einfaches Verfahren des Nachweises von Theïn und seine praktische Bedeutung. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genussm. 1901 S. 289.

b) Nachweis von extrahiertem Thee durch Sublimation. Ebenda. 1902. S. 245.

c) Praktische Anwendungen der Sublimation. Ebenda. 1903. H. 9.

der Theepflanze, welche sich mechanisch trennen lässt, an jedem Teile der Pflanze von der Wurzel bis zur Spitze untersucht werden. Eine quantitative Bestimmung des Theïns ist allerdings auf diese Weise nicht durchführbar; aber man kann durch annäherde Schätzung der Zahl der Theïnkristalle bei gleichen Mengen der zu untersuchenden Objekte und gleicher Dauer des Versuches doch eine Zu- oder Abnahme des Theïngehaltes mit Sicherheit erkennen.

I. Samen.

Die Frucht des Theestrauches ist bekanntlich eine dreiknöpfige, holzige, kahle, fachspaltige Kapsel mit 3 rundlichen, braunen Samen, welche mitunter zwei mehr oder weniger deutlich sichtbare, plane Flächen zeigen, entsprechend ihrer Lage in der Frucht. Die Samen von *Thea viridis* L. haben ungefähr 8—10 mm im Durchmesser, die von *Th. Bohea* L. sind grösser. Der reife, trockene Samen lässt sofort zwei von einander getrennte Schalen erkennen: 1. Eine äussere harte Hülle, an deren Innenseite bereits makroskopisch der Verlauf der Gefässbündel sichtbar ist. Die Dicke dieser Schale beträgt ungefähr 0,7 mm. Sie besteht vorherrschend aus sehr dickwandigen Sklerenchymzellen mit dunkelbraunem oder rotbraunem Inhalt, welcher Gerbstoffreaktion zeigt; nur an der Innenseite dieser dicken Sklerenchymschichte sind dünnwandige parenchymatische Zellen; hier verlaufen auch die Gefässbündel. — 2. Die die Kotyledonen einschliessende Samenschale: aussen matt hellbraun, innen glänzend rotbraun, ungefähr 0,2 mm dick aus parenchymatischen, dünnwandigen, braunen Zellen bestehend; die innerste, leicht mechanisch trennbare, aus wenigen Reihen flach-tafelförmiger Zellen bestehende, glänzendbraune Schichte ist durch einige Reihen farbloser, in der Richtung der Tangente gestreckter Zellen von dem übrigen Gewebe dieser Samenschale getrennt. — Hierauf folgen die beiden planconvexen grossen Kotyledonen. — Der sichtbare Inhalt der Kotyledonenzellen besteht aus runden, einfachen und zusammengesetzten Stärkekörnern, Proteïnkörnern und Fett; letzteres ist in verhältnismässig bedeutender Menge vorhanden.

Was nun den Theïngehalt der Theesamen im allgemeinen anbelangt, so widersprechen sich, wie schon gesagt, die bisher erfolgten Untersuchungen. W. Boorsma*) gibt an, dass in den Samen von *Th. sinensis v. assamica* neben 20 % fetten Öls 0,5 % Theïn enthalten sei. Nach Cavara**) verarbeiten die Kotyledonen von *Th. sinensis*

*) W. Boorsma. Die saponinhaltigen Bestandteile der Samen von *Th. assamica*. Dissert. Utrecht 1891. Chem. Centralbl. 1891 II. S. 489.

**) F. Cavara. Ricerche sullo sviluppo del frutto della *Thea chinensis*. B. S. Bot. It. 1898. S. 238—241. — Just, Bot. Jahresb. 1898 II. S. 265.

als Reserve-Nährstoffe grösstenteils Stärke, aber mit Proteïn- und Fettkörpern und einer organischen Basis (= Theïn). — Von P. van Romburgh und C. E. F. Lohmann*) wurde nachgewiesen, dass die grünen Fruchtschalen von *Camelia Thea (Th. sinensis* und *Th. assamica)* 0,6 % Koffeïn besitzen, dagegen die reifen Samen kein Koffeïn haben. Nach G. Clautriau**) zeigen erst die Kotyledonen der jungen Keimpflänzchen von *Th. sinensis* Theïn und zwar bei den im Lichte gezogenen 0,013 %, im Dunkeln nur Spuren. A. Beitter***) fand, dass die reifen und unreifen Früchte von *Th. sinensis* Spuren von Theïn besitzen. — Suzuki†) behauptet, dass „die Theesamen ursprünglich kein Theïn besitzen; auch nach Einwirkung von HCl spalten ihre Eiweissstoffe kein Theïn ab; erst beim Keimprozess bildet sich Theïn, welches daher nicht auf eine Abspaltung von den Eiweissstoffen, sondern auf eine weitgehende Umwandlung der beim Keimen entstehenden Produkte zurückzuführen ist."

In diesen angeführten Untersuchungen kamen somit Samen von *Th. assamica* Lindl. und *Th. sinensis* Sims. zur Verwendung. Mit Rücksicht auf das folgende ist zunächst hervorzuheben, dass *Th. assamica* Lindl. als Urform anzusehen ist, während *Th. sinensis* Sims. die abgeleitete Kulturform darstellt††); „in keinem Falle hat man unter den beiden zwei verschiedene Arten zu verstehen. *Th. sinensis* Sims. zerfällt in die beiden Formen *Th. viridis* L. und *Th. Bohea* L." Man könnte nun den Widerspruch, der sich in den oben angeführten Untersuchungen bezüglich des Theïngehaltes der ruhenden Theesamen bemerkbar macht, so zu erklären suchen, dass vielleicht eine bisher als solche nicht erkannte Varietät der Theepflanze theïnfreie Samen besitzt.

Da jedoch das Theïn ein sehr charakteristischer Bestandteil der Theepflanze ist — alle bisher bekannten Spielarten des Thees haben Theïn; es wurde bisher noch keine Theepflanze ohne Theïn gefunden, etwa analog dem schottischen Conium maculatum, das keim Coniin haben soll; auch die in unseren Treibhäusern seit Jahren kultivierten Theepflanzen verlieren ihr Theïn nicht — so erscheint es mir nicht gut

---

*) P. van Romburgh und C. E. F. Lohmann. Untersuchungen über den auf Java kultivierten Thee. IV. Zeitschr. f. Nahr.- u. Genussm. 1898. S. 214.

**) G. Clautriau. Nature et signification des alkaloides végétaux. 1900. S. 79.

***) A. Beitter. Neue Erfahrungen über Koffeïnbestimmungen. Berichte d. deutsch. Pharmaz. Ges. XII. 1901. S. 889.

†) Suzuki. Zur Physiologie der Theepflanze. Zeitschr. f. Nahr.- u. Genussm. 1902.

††) Sadebeck. Die Kulturgewächse der deutschen Kolonien. S. 155.

denkbar, dass vielleicht unter besonderen Kulturbedingungen eine Varietät sich gebildet hat, deren Samen kein Theïn haben. Eine zweite Erklärung jenes Widerspruches könnte darin zu suchen sein, dass bei der Bestimmung des Theïns der Theesamen mangelhafte Methoden angewendet worden sind.

Ich enthalte mich diesbezüglich eines Urteils und lasse nun die Resultate meiner eigenen Untersuchungen folgen, welche sich auf die ruhenden Samen von *Th. viridis* L. und *Th. Bohea* L. erstreckten.

Sowohl die äussere harte Schale als auch die beiden mechanisch leicht trennbaren Schichten der inneren Samenschale und die Kotyledonen wurden nun und zwar jeder Teil für sich, mittelst direkter Sublimation, d. h. ohne vorherige Behandlung mit irgend einer Substanz nach erfolgter Zerkleinerung auf das Vorhandensein von Theïn geprüft.

Das Resultat war in allen Fällen und bei wiederholten Versuchen selbst mit grösseren Mengen der zu prüfenden Organe des Samens ein negatives; es zeigte sich keine Spur einer Theïnnadel.

Da diese höchst einfache Art des Nachweises von Theïn für alle theïn-(koffeïn-)haltigen Pflanzen und Organe derselben, für das Thee- und Mateblatt, die Kaffeebohne, das Kaffeeblatt, die Colanuss etc. selbst bei ganz kleinen Fragmenten sicher zum Ziele führt und zwar ohne dass die betreffenden Objekte vor der Sublimation mit irgend einer anderen Substanz behandelt zu werden brauchen, so war ich schon der Ansicht, dass auch in meinen Theesamen kein Theïn enthalten sei. Weitere Versuche zeigten jedoch das Gegenteil. Extrahiert man nämlich die zerkleinerten Teile des Theesamens, Samenschale und Kotyledonen, durch mehrere Stunden mit Alkohol (96 $^0/_0$ig), Äther, am besten mit Chloroform, filtriert dann und lässt das Filtrat in einer kleinen Uhrschale verdunsten, so bleibt eine ölartige, gelbe Substanz (bei den Kotyledonen) oder eine gelbliche Kruste (bei den Teilen der Samenschale) übrig. — Wendet man nun jenes einfache Sublimationsverfahren an (indem man vorher jenen krustenartigen braunen Rückstand zu einem kleinen Häufchen zusammenschabt), so erhält man nach 5—10 Minuten des Versuches in jedem Falle sehr zahlreiche, schöne Nadeln, welche nach den weiteren mikrochemischen Untersuchungen unzweifelhaft als Theïn anzusprechen sind. Schon die feinen, an beiden Enden spitzigen Nadeln, welche in der Regel einzeln, seltener zu zweien vereint auftreten, sind sehr charakteristisch. Ausserdem kann man den mikrochemischen Nachweis mittelst Salzsäure Goldchlorid liefern: zunächst ein Tropfen conc. HCl zu dem Beschlag, dann ein Tropfen 3 $^0/_0$iger Goldchloridlösung hinzugefügt; es schiessen in kurzer Zeit feine gelbe, meist sehr lange Nadeln an, entweder einzeln oder in Büscheln, Sternen und federartigen Aggregaten;

diese Nadeln sind stets spitz endigend. (Diese Kristalle sind chlorwasserstoffsaures Koffeïn-Goldchlorid.)*)

Es enthalten somit zweifelsohne sowohl die äussere harte als auch die mechanisch trennbaren Gewebeschichten der inneren Samenschale und die Kotyledonen Theïn, welches jedoch aus mir unbekannten Gründen erst nach erfolgter Extrahierung mittelst Chloroform oder einer anderen geeigneten Substanz leicht durch Sublimation nachweisbar ist.

II. Wurzel.

Die mechanisch trennbare Radicula des Keimlings scheint, soweit meine Versuche mittelst Sublimation ein Urteil gestatten, kein Theïn zu besitzen. Ebenso konnte weder in den jüngeren noch in den älteren Wurzeln einer grossen Theepflanze weder bei direkter noch indirekter Sublimation eine Spur von Theïn nachgewiesen werden.

III. Stengel.

Die Stengelteile wurden an einer Theepflanze untersucht, deren basales Stämmchen 8 mm Durchmesser hatte.

Obwohl es bisher nicht gelungen ist, das Theïn in der Zelle selbst nachzuweisen, so kann man doch mittelst Sublimation bestimmt differenzierte und mechanisch trennbare Gewebeschichten auf Theïn prüfen. Da zu diesem Nachweise des Theïns nur sehr geringe Mengen des betreffenden Objektes erforderlich sind, so kann man jede Stelle von der Basis der Pflanze bis zu den jüngsten Zweigenden jener Untersuchung unterziehen.

Rinde und Holz wurden nun von der Basis der Pflanze bis zu den dünnsten Zweigenden auf die Anwesenheit von Theïn geprüft. Es zeigte sich, dass die Rinde — ich meine damit die Gesamtheit der Gewebeschichten ausserhalb des Cambiums — vom ältesten Stammteile bis zu den jüngsten Zweigen Theïn besitzt und zwar nach aufwärts in zunehmender Menge; die Rinde des dicken, basalen Stämmchens liess nur sehr geringe Spuren von Theïn erkennen.

In der Rinde lassen sich einzelne Gewebeschichten nur schwer mechanisch trennen; dagegen gelingt es, die ziemlich mächtige Korkschichte samt der Epidermis zu entfernen und Teile der sogen. primären und sekundären Rinde rein zu erhalten. Die Untersuchung dieser getrennten Schichten ergab, dass das Theïn wahrscheinlich sowohl in der Korkschichte plus Epidermis, als auch in den folgenden Teilen der Rinde. kurz in der gesamten Rinde enthalten sei.

---

*) H. Molisch. Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel. 1891. S. 8.

In billigen Theesorten des Handels sind immer mehr oder weniger viele Stengelteile vorhanden. Ich habe auch diese untersucht und in ihren Rindenteilen stets Theïn in erheblichen Mengen nachweisen können. So ganz wertlos sind also diese Stengelteile nicht, wie man bisher anzunehmen gewohnt war.

Das Holz der Theepflanze enthält keine Spur von Theïn.

Das Vorkommen des Theïns in der Rinde der Theepflanze erinnert an das analoge Vorkommen des Cumarins in den Zweigen von *Prunus Mahaleb* L.; es findet sich nur in der Rinde, nicht im Holze und lässt sich durch direkte Sublimation sehr leicht nachweisen.*)

IV. Laubblätter.

In den Laubblättern schwankt der Theïngehalt bekanntlich zwischen 0,5 bis 3,5 %; er ist in jüngeren Blättern grösser als in alten, daher auch aus der Grösse des Theïngehaltes der Handelsware auf die Qualität des Thees geschlossen werden kann.

Nach Suzuki**) soll nun das Theïn nur in den Epidermiszellen der Laubblätter abgelagert sein und nicht im Mesophyll. Suzuki ist bei diesem Nachweise so vorgegangen: Nach Löw und Bokorny sollen bekanntlich durch Kaffeïn in lebenden Zellen kugelige Ausscheidungen — sogen. Proteosomen — hervorgerufen werden können, welche viele Eigenschaften mit den Eiweisskörpern gemein haben. Es soll auf diese Weise die Möglichkeit geboten sein, aktives Eiweiss nachzuweisen. — Suzuki legte nun frische Theeblätter in 0,5 %ige Theïnlösung; die Zellen des Schwamm- und Pallisadenparenchyms zeigten alsdann reichliche Bildungen von Proteosomen, während in den Epidermiszellen (die bei anderen Pflanzen sehr reich an abgelagertem, aktiven Eiweiss sind) keine Proteosomen entstanden. Nun schloss Suzuki so: Wenn in den Schwamm- und Pallisadenzellen Theïn wäre (der Theïngehalt seiner Versuchsblätter war sicher grösser als 0,5 %), so müssten hier ohne Anwendung von Theïn Proteosomen entstehen. Da dies nicht der Fall ist, sondern die Proteosomen erst nach Einlegung der Blätter in eine 0,5 %ige Theïnlösung entstehen, dagegen in den Epidermiszellen kein aktives Eiweiss enthalten sei, so müsse alles Thein in diesen Epidermiszellen abgelagert sein. Um dies näher zu beweisen, liess S. Blattschnitte 2 Tage lang in 3—4 %iger Tanninlösung liegen. Es zeigte sich hierauf in den Epidermiszellen ein voluminöser, aus sehr kleinen Kügelchen bestehender

---

*) A. Nestler. Der direkte Nachweis des Theïns und Cumarins durch Sublimation. Berichte der deutschen Bot. Ges., 1901.

**) Suzuki. Zur Lokalisation des Theïns in den Theeblättern. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussm., 1902.

Niederschlag, in den anderen Geweben dagegen nur schwache Trübung. Jener Niederschlag besteht aus Theïntannat, das zum Unterschiede von den Proteosomen durch sehr verdünntes Ammoniak sofort gelöst wird. Nach diesen Untersuchungen soll es nun unzweifelhaft sein, dass das Theïn nur in den Epidermiszellen abgelagert sei.

Ohne auf diese Beweisführung kritisch einzugehen, will ich nur kurz hervorheben, dass jene Ansicht von der Lokalisierung des Theïns im Theeblatte nicht richtig ist, wie durch eine sehr einfache Untersuchung nachgewiesen werden kann.

Die Epidermis des Laubblattes der Theepflanze rein, also ohne Zellen des Mesophylls auf mechanischem Wege zu gewinnen, ist nicht möglich; auch die Epidermis der morphologischen Blattunterseite lässt sich selbst in kleinen Stücken nicht abziehen. Man muss zur Entfernung der Epidermis das Messer zu Hilfe nehmen, und da ist es wenigstens für etwas grössere Stücke unvermeidlich, dass auch Zellen des Mesophylls mit abgetrennt werden. Ich konnte also nicht durch Sublimation nachweisen, ob die Epidermis des lebenden Theeblattes Theïn enthält oder nicht. Dagegen gelingt es, von einigen jungen Blättchen des im Handel vorkommenden Peccothees durch vorsichtiges Abschaben mittelst eines Skalpells eine kleine Menge von Trichomen zu gewinnen; man kann sich durch das Mikroskop leicht überzeugen, ob keine anderen Fragmente des Blattes unter den Trichomen vorkommen. Durch direkte Sublimation kann man nun eine verhältnismässig kleine Menge von Theïnnadeln erhalten. Ich stelle es durchaus nicht in Abrede, dass auch in den normalen Epidermiszellen des Theeblattes Theïn vorkommen kann; dass es aber nur in den Epidermiszellen lokalisiert sei, ist nach den folgenden Untersuchungen gewiss nicht richtig. Man kann nämlich reine Mesophyllstücke durch Sublimation prüfen. Mit etwas Vorsicht und Geduld gelingt es, von einem kleinen Blattstücke die Epidermis der Ober- und Unterseite mit Hilfe eines scharfen Messers zu entfernen und ein reines Mesophyllstück für die Untersuchung zu gewinnen; die auf diese Weise gewonnenen Mesophyllteile waren ungefähr $^1/_2$ cm lang und 3 mm breit, jedes einzelne hinreichend für die Prüfung auf Theïn durch Sublimation. Nach etwa 10 Minuten bis $^1/_2$ Stunde des Versuches bildet sich ein Beschlag aus zahlreichen Theïnnadeln bestehend, wie die mikroskopische und mikrochemische Untersuchung mit Sicherheit ergeben. Es hat also auch das Mesophyll einen gewissen Theïngehalt. Die abgeschnittenen Epidermisstücke (eines älteren Blattes mit wenigen Trichomen) zeigten auch Theïn. Da aber, wie gesagt, bei der Abtrennung der Epidermisteile unvermeidlich auch Mesophyllteile mitgenommen werden, so lässt sich daraus, abgesehen von den Trichomen

bezüglich des Theïngehaltes der Epidermiszellen kein sicherer Schluss ziehen.

V. Blüten.

Sämtliche Blütenteile — Kelchblätter, Kronenblätter, Staubgefässe, Fruchtknoten und Griffel —, alle getrennt untersucht, enthalten durch Sublimation leicht nachweisbares Theïn.

Es ist bekannt, dass namentlich die billigen Theesorten des Handels in mehr oder weniger erheblicher Menge Blütenknospen und Teile derselben enthalten, welche, wie die Untersuchung lehrte, Theïn enthalten und zwar wahrscheinlich in nicht unerheblicher Menge. Sie sind aber keineswegs wertlos, soweit der Theïngehalt in Betracht kommt.

Zusammenfassung.

1. Die Theepflanze enthält nicht in der Wurzel, dagegen in allen oberirdischen Organen Theïn.

2. Die ruhenden Theesamen — untersucht wurden die Samen von Th. viridis L. und Th. Bohea L. — enthalten sowohl in der Samenschale als auch in den Kotyledonen Theïn.

3. Das Theïn der Samen ist durch Chloroform, Aether oder Alkohol leicht extrahierbar und dann schon in kleinen Fragmenten der Samen durch Sublimation leicht nachweisbar.

4. Das Theïn in allen Teilen des Theesamens unterscheidet sich in Beziehung auf den Nachweis durch Sublimation wesentlich vom Theeblatt, dem Mateblatt, der Kaffeebohne, kurz von allen Theïn (= Kaffeïn) enthaltenden Pflanzenteilen dadurch, dass beim Theesamen eine direkte Sublimation kein Theïn gibt, erst nach erfolgter Extrahierung ist dieser Nachweis möglich.

5. Das Theïn kommt in alten und jungen Theestengeln vor und zwar nur in der Rinde, nicht im Holze.

6. In den Trichomen und dem Mesophyll des Thee-Laubblattes ist Theïn enthalten; ob auch in den normalen Epidermiszellen, bleibt unbestimmt. Die Ansicht, dass das Theïn des Laubblattes nur in den Epidermiszellen lokalisiert sei, ist nicht richtig.

7. Alle Teile der Theeblüte enthalten Theïn.

Wenig beachtete Rauchbeschädigungen.

Von **A. Wieler** (Aachen).

Meine Herren!

Bei der ersten Versammlung der Vertreter der angewandten Botanik, wodurch diese gleichsam ihre Existenz vor der Öffentlichkeit dartun will, ist es vielleicht angezeigt, die Aufmerksamkeit auf ein Gebiet zu lenken, das seiner ganzen Natur nach eine Domäne der angewandten Botanik sein sollte, ein Gebiet, auf dem die Interessen der Industrie auf der einen Seite und der Forst- und Landwirtschaft auf der anderen Seite sich feindlich gegenüberstehen, ich meine die Vegetationsschäden, welche durch die Einwirkungen saurer Gase und ähnlicher schädlicher Stoffe hervorgerufen werden. Bis vor wenigen Jahren hat sich die Botanik so gut wie gar nicht um die Erscheinungen gekümmert, weil sie keine innere Nötigung dazu trieb, und weil von aussen kein Anstoss dazu gegeben wurde. Dieser blieb aus, da man in Laienkreisen von der Botanik keine grosse Meinung hat und ihr nichts zutraut. Die Gründung unserer Vereinigung wird hoffentlich dazu beitragen, mit der Zeit die in Laienkreisen herrschende Ansicht von der Botanik zu modifizieren. Gedrängt durch die Anforderungen der Praxis hat sich die Chemie mit der Aufgabe befassen müssen, die Wirkungsweise der sauren Gase aufzudecken und Methoden zu ihrem Nachweis in den beschädigten Pflanzen auszuarbeiten. Es ist nicht zu leugnen, dass sich die Chemie von ihrem Standpunkt aus befriedigend mit der Aufgabe abgefunden hat, aber man kann sich auch nicht wundern, wenn es ihr nicht gelungen ist, die eigentliche Wirkungsweise der sauren Gase aufzudecken, denn dazu ist doch das Rüstzeug fachmännischer Bildung erforderlich. Erst seitdem sich die Botanik seit einigen Jahren intensiver mit diesem Problem beschäftigt hat, erkennt man, dass es sich bei der Einwirkung der sauren Gase auf die Pflanzen um sehr komplizierte Vorgänge handelt, deren Verlauf und Ineinandergreifen befriedigend erkannt zu haben, wir noch ziemlich weit entfernt sind. An Stelle des einen ursprünglichen Problems sind eine ganze Reihe neuer Probleme getreten, deren Aufhellung Aufgabe der weiteren physiologischen Forschung sein muss. Auch wird es der Botanik obliegen, den Versuch zu machen — und hierin ist sie im engeren Sinne angewandte Botanik — Methoden zum sicheren Nachweis der Beschädigungen durch saure Gase ausfindig zu machen, welche einfacher, handlicher und billiger als die heute allgemein im Gebrauche befindliche analytische Methode sind. Bei einer derartigen

Sachlage wäre es naheliegend gewesen, und es würde auch den auf der konstituierenden Versammlung in Eisenach hinsichtlich der Vorträge geäusserten Wünschen entsprochen haben, einen Überblick über den heutigen Stand unserer Kenntnisse von der Wirkungsweise der sauren Gase auf die Pflanzen zu geben. Wenn ich aber von diesem Thema abgesehen habe, so hat mich dazu die Erwägung bestimmt, dass im Anfang dieses Jahres ein Handbuch von Haselhoff und Lindau, „Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch“ *) erschienen ist, in welchem das literarische Material über uuseren Gegenstand zusammengetragen ist, so dass jeder Botaniker leicht sehen kann, was wir wissen und was wir nicht wissen. Zweifelsohne werden alle Prozessierenden und Sachverständigen dies Buch willkommen heissen, denn bisher fehlte es an einer zusammenfassenden Darstellung, und es war für den Nichtfachmann schwierig, sich aus der verzettelten Literatur ein zutreffendes Bild von der Wirkungsweise der sauren Gase zu entwerfen. Den Botaniker aber wird an dem Buch besonders erfreuen, dass man es für notwendig befunden hat, sich der Mitwirkung der Botanik zu versichern, wenn sie sich auch bescheidenerweise mit dem zweiten Platze hat begnügen müssen, doch wird man hinsichtlich der Behandlungsweise der Materie nicht in allen Punkten mit dem Verfasser übereinstimmen können.

Der botanische Teil stellt im wesentlichen eine Reproduktion der Errungenschaften dar, wie sie in dem bekannten Werk von v. Schroeder und Reuss, „Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch“ *) niedergelegt worden sind. Natürlich hat der Verfasser auch die Ergebnisse der neueren Forschung an geeigneter Stelle eingefügt und selbst von Eigenem, namentlich anatomische Untersuchungen von beschädigten Blättern hinzugetan, das aber, was man erwarten sollte, vermisst man, nämlich eine gründliche fachmännische Kritik der wissenschaftlichen Grundlagen des v. Schroeder-Reussschen Werkes und eine kritische Sichtung des gesamten literarischen Materials, denn es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dem Botaniker manche Beobachtungen bedeutungsvoll erscheinen, welche bisher ignoriert oder unter der Herrschaft der v. Schroeder'schen Autorität geradezu als unrichtig erklärt worden sind. Die Beseitigung strittiger Punkte aber hätte das Buch anstreben müssen, denn die langwierigen Rauchschadenprozesse sind ja besonders dadurch möglich, dass strittige Punkte vorhanden sind, welche dem willkürlichen Urteil des einzelnen, namentlich wenn er nicht Fachmann ist, einen weiten Spielraum lassen. Leider wird an diesem Zu-

---

*) Leipzig, Gebr. Borntraeger, 1903.

*) Berlin, P. Parey, 1888.

stande durch das Werk von Haselhoff und Lindau nicht viel geändert werden. Aber auch eine volle und ausgiebige Berücksichtigung der vorhandenen Literatur hat nicht stattgefunden. So habe ich mich z. B. gewundert, dass das Rauchschadengebiet bei Stolberg im Rheinlande durchaus keine Berücksichtigung gefunden hat, trotzdem sich wichtige Kontroversen, die dem Verf. doch aus der Literatur bekannt sein mussten, gerade an dies Gebiet knüpfen, während augenscheinlich weniger wichtige Gebiete berücksichtigt worden sind. Ich stehe nicht an, das Stolberger Rauchschadengebiet für eins der wichtigsten in Deutschland zu erklären. Erstlich handelt es sich fast ausschliesslich um Laubwald, der als Hoch-, Mittel- und Niederwald vorhanden ist. Dann aber ist dies Gebiet seit über 30 Jahren anhaltend beobachtet worden und zwar von dem städtischen Oberförster in Aachen, Herrn Oster — Stolberg liegt nämlich dicht bei Aachen — der auch in allen Prozessen, welche in der Gegend geführt wurden, als gerichtlicher Sachverständiger tätig gewesen ist. Eine analoge anhaltende Beobachtung eines Rauchschadengebietes haben wir in Deutschland, soviel ich weiss, nur noch im Harz und zwar durch Reuss. Drittens ist aber das Gebiet auch deshalb von grosser Wichtigkeit, weil hier, und wie es scheint, ausschliesslich hier, vielleicht der konstanten Beobachtung wegen, Erscheinungen beobachtet worden sind, die auf die Wirkungsweise der sauren Gase und die Beurteilung von Rauchschäden helles Licht werfen.

Unter diesen Umständen wollte ich mir erlauben, einige Einwirkungen der sauren Gase, speziell der schwefligen Säure, auf die Vegetation zur Sprache zu bringen, welche bei Haselhoff und Lindau keine Berücksichtigung oder keine ausreichende Berücksichtigung gefunden haben, die aber für die praktische Beurteilung der Rauchschäden von grosser Bedeutung sind.

Als man anfing, sich mit Einwirkung saurer Gase auf die Pflanzen zu beschäftigen, standen sich zwei Ansichten gegenüber. Nach der einen Ansicht sollte die Schädigung vom Boden her erfolgen, indem die über ihn hinströmenden Dämpfe denselben vergiften. Nach der anderen Ansicht hingegen sollten die Blattorgane beschädigt werden und eine Einwirkung von seiten des Bodens ausgeschlossen sein. Seit den Untersuchungen von v. Schroeder wird es als Dogma angenommen, dass die Säure nur die Blätter beschädigt. Aus seinen zahlreichen Versuchen ergibt sich unzweifelhaft, dass wenn die sauren Gase über die Blätter streichen, diese ihrer Einwirkung unterliegen. Auf Grund chemischer Analysen von Böden unter rauchbeschädigten Bäumen sucht er zu zeigen, dass eine Vergiftung des Bodens, welche für die Bäume schädlich werden könnte, nicht statthat. Aber er übersieht dabei, dass seit langem

Erscheinungen bekannt sind, welche nicht gut anders als durch eine Vergiftung des Bodens zu erklären sind. In neuerer Zeit hat Borggreve*) wieder auf dieselben hingewiesen. Man beobachtet in Rauchschadengebieten, dass um den Stamm beschädigter Bäume herum eine Zone, welche vollständig frei von Vegetation ist, entsteht, obgleich der Pflanzenwuchs nicht durch eine zu starke Beschattung der Krone gehindert sein würde. Borggreve, der wohl mit Unrecht die Hauptursache der Rauchschäden in einer Aufnahme des Giftes aus dem Boden sieht, sagt darüber folgendes: „Endlich aber deutet das am meisten charakteristische von allen Symptomen des Rauchschadens, die vollständige Tötung einer übrigens bei mässiger Beschirmung an sich noch sehr wohl lebensfähigen Gras- und Kräuter-Vegetation unter der Traufe**) von zwar vielleicht leidenden, aber doch noch grünen Bäumen, so entschieden wie möglich darauf hin, dass die Schädigung durch Vermittelung der Bodenlösung erfolgt." Ob Borggreve diese Erscheinung selbst beobachtet hat, oder ob er sich nur auf die Beobachtungen anderer bezieht, geht aus dieser Stelle nicht hervor. Aber er führt auf S. 70 einwandsfreie Beobachtungen an, welche einem Bericht einer besonderen Rauchschaden-Kommission an das englische Parlament aus dem Jahre 1873 entnommen sind. Auf die an ihn gerichtete Frage, ob an dem Fuss der Bäume das Gras nicht wächst, antwortete Sir R. Brooke: „Fast alle Bäume, besonders aber die grossen, sind von einem vollständig kahlen Fleck umgeben, welcher von der vom Baum herabfliessenden, alle Vegetation zerstörenden Säure herrührt. Nichts will dort wachsen. Vergeblich hat mein Gärtner versucht, ob irgend etwas darauf wachsen kann. Es bleibt eine kahle Fläche um alle Bäume herum". Die gleiche Beobachtung hatte auch Earl Percy gemacht. Ich selbst habe um hohe Buchen herum diesen kahlen Raum gesehen und der Oberförster Oster betrachtet auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen diese Erscheinung als so charakteristisch und nicht trügerisch, dass er im Saarbrückenschen zuerst an ihr die Erkrankung eines Waldes durch Raucheinwirkung erkannt hat. Später wurde auch durch andere Symptome die Richtigkeit seiner Diagnose bestätigt. Die Erscheinung lässt sich wohl nicht anders erklären, wie es auch von den älteren Beobachtern angenommen wurde, als dass das Gas aus der Luft mit dem Regenwasser herabgerissen wird; dies läuft an den Ästen und Stämmen entlang und verbreitet sich um den Stamm, hier die Vegetation tötend. Der Boden wird vergiftet, so

*) Waldschäden im Oberschlesischen Industriebezirk — Zeitschrift des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins. Frankfurt a. M. J. D. Sauerländers Verlag 1895. S. 88.

**) Es hiesse wohl richtiger innerhalb der Traufe. D. Verf.

dass eine neue Vegetation nicht wieder auftritt. An der Tatsache der Vergiftung ist nicht zu zweifeln, aber worin sie besteht und wie sie zustande kommt, darüber lassen uns die Chemiker vollständig im Zweifel. Hier liegt also noch ein ungelöstes Rätsel. Da man bisher die Natur der Vergiftung nicht hat aufdecken können, kann man auch nicht beurteilen, wie weit sie in den Erdboden eindringt; es lässt sich nicht entscheiden, ob nicht auch die oberflächlich streichenden Wurzeln des Baumes von dieser Vergiftung betroffen werden. Bis durch weitere Untersuchungen mehr Licht in diese Verhältnisse gebracht worden ist, muss man logischerweise mit der Möglichkeit einer Einwirkung des Bodens auf die Bäume rechnen. Vielleicht kann die Vergiftung des Bodens als mitwirkende Ursache beim Absterben der Baumwipfel im Spiel sein. Die Vergiftung des Bodens um die Stämme herum muss dadurch hervorgerufen werden, dass hier eine konzentriertere Säurelösung auf die Erde gelangt, als ausserhalb der Bäume, was wiederum nur durch die Annahme verständlich wird, dass sich in der Baumkrone mehr Säure ansammeln kann, als in dem gleichen freien Luftvolumen. Die kahlen Stellen um die Bäume herum sind Rauchblössen, welche denselben Charakter haben müssen, wie die Rauchblössen in unmittelbarer Nähe der Hütten, wo ja auch eine solche Konzentration der Säure den Boden und die Pflanzen trifft, dass auf die Dauer keine Vegetation mehr möglich ist. Ist man gezwungen, die kahlen Stellen um die Stämme herum durch Vergiftung des Bodens zu erklären, so muss man auch für die Rauchblössen eine Vergiftung des Bodens annehmen. Vielleicht ist sie nicht nur an dem Ausbleiben aller Vegetation schuld, sondern auch an dem Absterben der ursprünglichen mitbeteiligt. Wie der Gärtner von Brookes ohne Erfolg auf dem vergifteten Boden unter den Bäumen Pflanzen zu ziehen versucht hat, ebenso fand Reuss den Boden von der Clausthaler Rauchblösse entweder gar nicht oder sehr wenig zur Kultur von Holzgewächsen geeignet, als entsprechende Versuche in rauchfreier Lage mit dem Boden angestellt wurden. Reuss liess Erde von der oberen Bodenschicht der Rauchblösse in seinen Forstgarten zu Goslar schaffen und füllte damit eine Grube von 30 cm Tiefe, 4 m Länge und 2 m Breite; dann wurden einjährige Fichten, Kiefern, Buchen, Eichen, Eschen und zweijährige Ahorn (pseudoplatanus) hineingepflanzt. Nach 3 Jahren waren die Eschen und Ahorn gänzlich missraten, während von den Buchen nur solche Exemplare ausgehalten hatten, welche durch energische Pfahlwurzelbildung die Schicht des Hüttenrauchbodens durchbrechen konnten. „Es haben," sagt Reuss, „widerstanden die Holzarten: Kiefer und Fichte, welche wenig Ansprüche an die Bodengüte machen und die Eiche, welche gleichfalls

bescheiden in ihren Anforderungen ist, wenn sie nur tiefgründigen Boden findet. — Aus dem Verhalten der einzelnen Pflanzen im Versuchsbeete muss nun gefolgert werden, dass der Boden im hohen Grade verarmt ist. — Diese hochgradige Bodenarmut, welche den begehrlichen Holzarten die nötige Nahrung nicht mehr zu bieten vermag, lässt sich indessen nicht allein aus der mehr oder weniger langen Freilage erklären, der Einfluss des Hüttenrauches, d. h. speziell der Einfluss seiner Flugstaubbestandteile könnte hier mitgewirkt haben. Die Akten über dies Kapitel sind jedenfalls noch nicht vollständig geschlossen und mag es späteren Forschungen vorbehalten bleiben, die Ursache der intensiven Bodenverarmung zu suchen.“ *) Aus dieser letzten Bemerkung geht hervor, dass Reuss selbst die starke Verarmung des Bodens durch die blosse Vernichtung der normalen Vegetation nicht hinreichend erklärt erscheint. Der Versuch ist übrigens nach keiner Richtung hin irgendwie entscheidend. Nicht einmal die Verarmung des Bodens ist sicher erwiesen, sondern nur aus dem Verhalten der Bäume in ihm erschlossen, während es möglich wäre, dass sie sich in vergiftetem Boden ebenso verhielten. Analytisch ist der Boden auf Blei, Schwefelsäure und organische Stoffe geprüft worden; von letzteren fanden sich noch 25 %. Welche von den unentbehrlichen Nährstoffen fehlen oder in unzureichender Menge vorhanden sind, wurde nicht bestimmt. Der Gehalt des Bodens an Bleioxyd beträgt 0,715 %; trotzdem halten v. Schroeder und Reuss eine Bleivergiftung des Bodens nicht für wahrscheinlich, ohne dass eine solche wirklich ganz ausgeschlossen wäre. Ich halte eine Bleivergiftung deshalb für ausgeschlossen, weil die Rauchblössen ja auch unter den Bäumen auftreten und zwar auch da, wo kein Blei auftritt, und nach den Erfahrungen der Engländer sind diese vollständig steril. So bleibt eigentlich nur die Annahme übrig, dass die Vergiftung in dem von Reuss benutzten Boden auch durch die Säure hervorgerufen worden ist. Und an dieser Vermutung ändert es nichts, dass sich in dem Boden nur ein Schwefelsäuregehalt von 0,049—0,06 % nachweisen liess.

Unter demselben Gesichtspunkt muss meiner Ansicht nach noch eine andere von v. Schroeder und Reuss mit folgenden Worten beschriebene Erscheinung betrachtet werden. „Eine auffallende Erscheinung, die in der Nähe der Hütten an verschiedenen Orten bemerkt wurde, ist die abnorme Nadelanhäufung in älteren Beständen (der Fichte). Die abgefallenen Nadeln liegen bis zu einer Höhe von 30—40 cm ohne Spur von Zersetzung lose auf dem Boden, mit dem sie meist nicht durch eine Humusschicht verbunden sind. Dass Hüttenrauch die Ursache dieser

*) v. Schroeder u. Reuss S. 818.

Erscheinung ist, kann nicht bezweifelt werden. Durch die schweflige Säure werden die Nadeln getötet und fallen ab und zwar 4—5 Jahrgänge mehr als bei gesunden Beständen, wodurch zunächst eine abnorme Nadelanhäufung veranlasst wird, die sich noch vermehrt, da die Zersetzbarkeit der Nadeln sehr erschwert ist."*) Dies Verhalten der abgefallenen Nadeln ist höchst merkwürdig und ist bisher noch nicht genügend berücksichtigt worden. Von der einen oder anderen Seite ist es auf die Gegenwart von Bleioxyd oder arseniger Säure im Flugstaub zurückgeführt worden, ohne dass für diese Ansicht ein Beweis erbracht oder versucht worden wäre. Auch hier handelt es sich wohl um eine Vergiftung durch die schweflige Säure, und es kann nur die Frage sein, ob die Nadeln durch diese Vergiftung unzersetzlich geworden, oder ob im Boden die Mikroorganismen getötet oder die Bedingungen für ihr Fortkommen vernichtet worden sind, so dass deshalb die Nadeln unzersetzt bleiben. Schliesslich könnten auch beide Umstände zusammen wirken. Die Erforschung dieser Erscheinungen muss von anderen Methoden, als von der chemischen Analyse erwartet werden.

Mit dem Auftreten der Rauchblössen um die Stämme herum stehen wahrscheinlich noch einige andere Erscheinungen in ursächlichem Zusammenhange. Sehr auffällig ist z. B. im Stolberger Rauchschadengebiet die eigentümlich helle weisslichgraue Farbe der Buchenstämme und das starke Zurücktreten der Überpflanzen.**) Beide Erscheinungen sind unverkennbar eine Wirkung der Säure und zwar, wie ich annehmen möchte, eine Wirkung der im Regenwasser gelösten Säure. Ebenso wie diese die Vegetation um den Stamm herum tötet, wird sie auch die Vegetation auf dem Stamm selbst vernichten. Ein ähnliches Verhalten der Überpflanzen hat man auch an anderen Orten beobachtet. So gibt, wenn mich mein Gedächtnis nicht täuscht, Schimper in seiner Malayischen Flora an, dass auf den Bäumen in der Nähe von Quellen, welche schweflige Säure aushauchen, die Überpflanzen verschwinden. Nach Arnold***) sollen sich in München fast gar keine Flechten mehr finden

*) l. c. S. 191.

**) Das anstehende Gestein in dem Probstey-Walde ist Kohlensandstein und Schiefer. Es mag das besonders hervorgehoben werden, da nach einer dankenswerten mündlichen Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Neger in Eisenach das Auftreten der Flechten auf den Bäumen in hohem Masse von der Beschaffenheit des Untergrundes abhängig ist. Auf Kalkboden sollen die Flechten stark zurücktreten, so bedeutend sogar, dass man an diesem Umstande erkennen kann, auf welchem Gestein der Wald steht. Diese Beobachtung ist wohl zu beachten, wenn es sich darum handelt, das Verhalten der Flechten als Kriterium für Rauchschaden zu verwerten.

***) Zur Lichenenflora von München in Ber. d. Bayr. Bot. G. 1892, 28 u. 1897, 40, nach Haselhoff u. Lindau S. 121 zitiert.

und die wenigen vorhandenen in verkümmertem Zustande, und die gleichen Beobachtungen hat Lindau bei Berlin (Tiergarten, Friedrichshain, Humboldthain u. a. a. O. m.) gemacht.*) Die Vermutung ist gewiss nicht unberechtigt, das Verschwinden der Überpflanzen, besonders der Flechten, welche für unsere Flora ja in erster Linie in Betracht kommen, auf die Wirkung des mit Säure beladenen Regenwassers zurückzuführen, quellen doch die Membranen stark auf bei Zufuhr von Wasser, und man kann sich leicht vorstellen, dass es schädlich wirken muss, wenn es reichlich mit schwefliger Säure beladen ist. Würde es sich bei den Flechten um eine besonders grosse Empfindlichkeit gegen die gasförmige Säure handeln, so müsste es überraschen, dass sich die Flechte Placodium saxiola gern auf Dachziegeln, in unmittelbarer Nähe der Essen ansiedelt.**) Aber wahrscheinlich leidet sie hier viel weniger unter der Säure, als die Flechten auf den Bäumen. Weitere Beobachtungen resp. Versuche werden entscheiden müssen, ob die hier vorgetragene Ansicht richtig ist, oder ob wir in der Tat in den Flechten gegen schweflige Säure ganz besonders empfindliche Pflanzen haben. Das Verhalten der Überpflanzen in rauchbeschädigten Gegenden ist unzweifelhaft sehr charakteristisch und kann gewiss gute Handhaben zum Nachweis von Rauchbeschädigungen bieten.

Berücksichtigt man die hier zusammengestellten Beobachtungen über die Vergiftung des Bodens, so ergibt sich die Notwendigkeit, von neuem zu prüfen, ob und wie weit die unter Einwirkung von Rauch stehenden Bäume von seiten des Bodens zu leiden haben.

An zweiter Stelle möchte ich eine Erscheinung besprechen, welche in jedem Jahre, bald eher, bald später an der Rotbuche in dem Stolberger Rauchschadengebiet beobachtet wird, die aber in dem Handbuch von Haselhoff und Lindau mit keinem Worte erwähnt ist, obgleich sie für den Botaniker besonders interessant ist. Sie besteht in einer vorzeitigen herbstlichen Verfärbung der Blätter, wird durch kleine Säuremengen, welche mit dem vorherrschenden Winde den Bäumen zugeführt wird, hervorgerufen und kennzeichnet sich also als chronische Rauchbeschädigung. Sie bietet ein klares Beispiel einer chronischen Rauchbeschädigung an Laubhölzern, und es wird durch dasselbe die Ansicht von Wislicenus widerlegt, dass bei Laubbäumen chronische Schäden ausgeschlossen sind.***) Seit vielen Jahren ist diese Erscheinung von dem forstlichen Sachverständigen im Stolberger Gebiete beobachtet und in

*) Haselhoff und Lindau S. 120.

**) Haselhoff und Lindau S. 121.

***) Zur Beurteilung und Abwehr von Rauchschäden. Zeitschrift für angewandte Chemie 1901. Heft 28.

den Prozessen mit Erfolg geltend gemacht worden.*) Dahingegen hat man sich sonst gar nicht um diese Erscheinung gekümmert und, wie mir scheint, zum grossen Nachteil eines richtigen Verständnisses der Hüttenrauchwirkung. Schon im Jahre 1887 hat Oster seine Beobachtungen einem grösseren Publikum in einem kleinen Führer zugänglich gemacht, welchen er für die 16. Versammlung deutscher Forstmänner zu Aachen zu einer „Exkursion in den Stadtwald von Eschweiler", um die Hüttenrauchs-Beschädigungen daselbst zu besichtigen, verfasst hat.**) Übrigens ist vor einigen Jahren auch der Expertenbericht aus dem Jahre 1879 in dem Prozess des Eschweiler Bergwerksvereins gegen die Chemische Fabrik Rhenania von Hasenclever resp. der Rhenania veröffentlicht worden, in dem auf S. 9 die Erscheinung bereits kurz erwähnt ist. Auf S. 12 seines Führers äussert sich Oster über die Buche und über das gleichfalls eigenartige Verhalten der Eiche folgendermassen: „Im Eschweiler Walde waren nun vor ca. 15 Jahren in einem durch Rauch affizierten grösseren 70jährigen Eichen- und Buchenhorste sämtliche Eichen tot, die dazwischen stehenden Buchen lebten noch, waren aber gelb bis braun in ihrer Belaubung und zwar schon im Sommer. Im Atscher Walde fand sich einige Jahre später ein ganz gleichartiger Eichen- und Buchenhorst in einem minder kranken Zustande. Hier waren schon wieder die Buchen gelb wie im stark beschädigten Horste des Eschweilerer Waldes, die Eichen aber normal grün und anscheinend gesund, wenn nicht viele abgestorbene Zweige gleichwohl ein Erkranken verraten hätten. Die Buche war also schon bei geringerer Raucheinwirkung im Atscher Walde verfärbt, gerade wie bei der starken im Eschweilerer Walde. Die Eiche aber zeigte bei der weniger starken Einwirkung eine normal grüne Belaubung, bei der stärkeren war sie eingegangen, während die gelbbelaubte Buche noch fortlebte. Bei der Versammlung des Forstvereins für Westfalen und Niederrhein im Jahre 1885 wurden den Mitgliedern Zweige von nebeneinander im rauchbeschädigten Walde ziemlich freistehender Eichen und Buchen vorgezeigt. Das Laub der Buche war gelb bis braun, das der Eiche normal grün. Die Bohrspäne aus diesen beiden Stämmen aber ergaben, dass die gelbe Buche zehnfach grössere Zuwachsringe hatte, als die grüne Eiche, bei welcher sie kaum mehr mit der Lupe zu unterscheiden waren, während die älteren Zuwachsringe bei beiden Holzarten ziemlich gleich gross waren. Gleichartige

*) Augenscheinlich ist die gleiche Erscheinung auch bei Barmen zu beobachten, wie aus der Veröffentlichung des dortigen Revierverwalters Baltz „Rauchschaden am Walde" (Deutsche Forstzeitung 15. Bd. No. 8 und 9 1900) hervorgeht, auf die ich nachträglich aufmerksam gemacht worden bin.

**) Aachen 1887. Druck von F. N. Palm.

Proben wurden aus verschiedenen Gegenden des Waldes und in verschiedenen Entfernungen von der Hütte vorgezeigt und ergaben, dass das äussere Ansehen, die Farbe des Laubes im Widerspruche stand mit der im Zuwachs sich offenbarenden Lebenstätigkeit.“ Im Eschweilerer Walde sind die hohen Buchen- und Eichenbestände längst verschwunden; im Atscher Walde scheinen die Beschädigungen seltener geworden zu sein, vielleicht durch Erhöhung der Schornsteine oder durch Änderung des Betriebes in der Rauchquelle. Dahingegen hat sich die Erscheinung im Probsteywalde ausgebreitet und tritt bereits seit vielen Jahren in der hinter der kleinen Probstey liegenden grossen Probstey auf. Der Probsteywald erstreckt sich nördlich vom Stolberger Tal. In einer Entfernung von 1—3 km von der Rauchquelle konnte in der kleinen und grossen Probstey die Erscheinung beobachtet werden. Da infolge der Erledigung eines Prozesses die Bäume in der kleinen Probstey seit kurzem niedergeschlagen sind, ist sie jetzt nur an den in grösserer Entfernung von der Rauchquelle vorhandenen Buchen (2,5—3 km), die mit Eichen gemischt als Hochwald vorhanden sind, zu beobachten. Von der Richtigkeit der hier mitgeteilten Beobachtungen kann sich jeder überzeugen, der sich zur richtigen Zeit in das Rauchschadengebiet begibt. Am Tatsächlichen ist also jeder Zweifel ausgeschlossen. Meinungsverschiedenheiten können nur über die Ursache der Erscheinung auftauchen, ob sie durch Einwirkung der sauren Gase oder durch eine andere Ursache hervorgerufen wird. Oster liess sich durch den Umstand dazu bestimmen, die sauren Gase für die Erscheinung verantwortlich zu machen, dass das Auftreten der vorzeitigen Herbstverfärbung nur dort beobachtet wurde, wo die Waldungen unter der Einwirkung von Hüttenrauch standen, oder wo eine solche Einwirkung wenigstens wahrscheinlich war, und dass keine andere Ursache erkennbar war, welche die Erscheinung hervorgerufen haben könnte. Aus diesen Erwägungen heraus hat dann Oster das Auftreten der vorzeitigen Herbstverfärbung der Buchen als ein Indicium für Rauchschaden betrachtet. Aber es muss zugegeben werden, dass es bisher noch an einem vollgiltigen Beweise dafür fehlt, und dass es wünschenswert wäre, es würde ein solcher Beweis durch das Experiment geliefert. Wer unvoreingenommen als Botaniker diese Erscheinung beobachtet, muss zu demselben Schluss kommen, zu dem Oster gekommen ist, nur wird er angeregt werden zu der Frage, wie ist es überhaupt möglich, dass die Säure diese Wirkung hervorruft, dass das Spiel der physiologischen Funktionen eher abläuft, als normal ist, denn dass die Verfärbung der Buchenblätter in der Tat wie die normale Herbstverfärbung vor sich geht, ist leicht mit dem Mikroskop festzustellen. Ehe man aber nur den Versuch machen kann, nach einer Erklärung

für die Erscheinung zu suchen, muss der unumstössliche Nachweis geführt werden, dass die vorzeitige Herbstverfärbung durch die Einwirkung der schwefligen Säure bedingt ist. Es ist mir nun gelungen, in einem Räucherhaus, welches nach dem Muster des Wislicenus'schen*) konstruiert war, den sicheren Nachweis zu führen, dass die Verfärbung eine Wirkung der schwefligen Säure ist. Das Haus hat einen Rauminhalt von nahezu 7 Kubikmetern. Auf der einen kurzen Seite ist eine festschliessende Tür angebracht, welche durch eine kleine Öffnung im unteren Teile die Luft eintreten lässt. Sie entweicht an der entgegengesetzten Seite des Hauses aus einer Öffnung im Dache. Die Entwicklung der schwefligen Säure geschieht durch Verbrennen von Schwefelkohlenstoff mittelst Alkohol. Diese Lampe ist so aufgestellt, dass sie gleichzeitig durch die Erwärmung eine leichte Mühle treibt, welche die Luft des Hauses mischen soll. Nach meinen Erfahrungen wird das allerdings nur unvollkommen erreicht, es entstehen unerwünschte Strömungen, so dass die in den verschiedenen Teilen des Hauses stehenden Pflanzen sehr ungleich von der Säure getroffen werden. Ebenso lässt sich nicht genau bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit die Luft im Hause erneuert wird. Sie wird nicht immer gleich sein, da sie von der Windrichtung und der Windstärke abhängen muss. Mit gleichsinnigem Winde muss sie beschleunigt, mit konträrem verlangsamt werden. Immerhin handelt es sich um sehr starke Verdünnungen, welche zur Anwendung kamen. Im letzten Sommer wurden in diesem Räucherhause mit anderen Pflanzen zusammen 2 Topfexemplare mehrjähriger Buchen vom 31. Mai bis 10. Juli beräuchert. Als am 10. Juli die Lampe gelöscht wurde, waren an den Blättern keines der beiden Exemplare Beschädigungen vorhanden, d. h. es waren keine Blätter oder Blattpartien getötet worden, wohl aber hatte sich die Farbe der Blätter verändert. Buche 1 war heller grün, Buche 2 gelbgrün geworden. Diese Verfärbungen sind ganz allmählich aufgetreten. Wann die ersten Anzeichen der Verfärbung sichtbar wurden, ist nicht ermittelt worden. Bis zum 18. Juli verblieben die Exemplare im verdunkelten Räucherhause, um auf die Ableitung der Assimilate untersucht zu werden. Als sie herausgenommen wurden, zeigten sie keine weitere Änderung in der Verfärbung. Die Töpfe wurden im Freien aufgestellt, wo sie der Sonne ausgesetzt waren. Während einiger Tage blieben beide Exemplare unverändert, dann traten aber an der Buche 2 ganz erhebliche Veränderungen im Aussehen auf. Bei einem Teil der Blätter starben kleine oder grössere Partien der Blattfläche ab und färbten sich rotbraun. Das

*) Resistenz der Fichte gegen saure Rauchgase bei ruhender und bei tätiger Assimilation. Tharander forstliches Jahrbuch. Bd. 48.

Absterben ging vorwiegend vom Rande aus und rückte allmählich nach der Mitte zu, so dass der basale und zentrale Teil des Blattes erhalten blieb. Diese Teile und an den unversehrten Blättern die ganze Blattfläche verfärbten sich allmählich immer mehr und wurden zusehends gelber. Am 20. August war die Buche vollständig herbstlich gefärbt. Die Buche 1 hat sich auch noch gelblicher gefärbt, aber nicht in dem Masse wie Buche 2, ist aber doch auch noch eher herbstlich geworden, als andere Topfbuchen. Somit darf man schliessen, dass die bei Stolberg beobachtete vorzeitige Herbstverfärbung eine Wirkung der schwefligen Säure ist. Die Versuchsergebnisse sind nach doppelter Richtung hin von Bedeutung. Zunächst liegt hier eine Wirkung der schwefligen Säure auf den Chlorophyllfarbstoff vor, doch muss es unentschieden bleiben, ob es sich um eine direkte oder indirekte Einwirkung handelt. Wie die Farbe ohne weiteres lehrt, ist der Gehalt an Chorophyllgrün ausserordentlich gesunken, was durch eine spektroskopische Untersuchung bestätigt wird. Immerhin ist noch bei sehr starker Gelbfärbung des Blattes soviel Chlorophyllgrün vorhanden, dass das Blatt assimilieren kann, freilich assimiliert es sehr viel weniger als das Blatt einer nicht beräucherten Buche. Zweitens bieten die bei der Buche 2 beobachteten nachträglichen Beschädigungen der Blattsubstanz ein lebhaftes Interesse. Sie traten erst nach einigen Tagen des Aufenthaltes im Freien auf. Da ein derartiges Ergebnis nicht erwartet wurde, ist auch auf die näheren Umstände, unter denen es eingetreten ist, nicht geachtet worden. Es ist zu vermuten, dass starker Sonnenschein das Absterben begünstigt hat. Dass es sich um eine Nachwirkung der Säure handelt, ist unzweifelhaft, denn während ihres Aufenthaltes im Freien ist die Buche nicht mit Säure in Berührung gekommen, geschweige denn mit solchen Konzentrationen, welche so erhebliche Verletzungen bewirken können, wie wir sie beobachtet haben. Es muss weiterer Forschung überlassen bleiben, das Zustandekommen dieser Beschädigungen zu erklären. Soviel ergibt sich aus diesen Beobachtungen, dass das durchaus an akute Beschädigungen gemahnende Absterben von Blattsubstanz bei der Buche auch bei langer Einwirkung schwacher Konzentrationen auftreten kann, so dass dies Absterben erst lange Zeit nach Aufhören der Einwirkung der Säure erfolgen kann, je nachdem, was für äussere Bedingungen zur Zeit der Säurewirkung und im Anschluss daran geherrscht haben.

Legt man den Nachdruck auf die langsame Wirkung sehr kleiner Säuremengen, so bietet unsere Buche eine doppelte Art chronischer Beschädigung dar, einmal eine Störung der normalen Funktion, zweitens eine Abtötung von Blättern oder Blattteilen. Beide Vorgänge haben nichts miteinander zu tun, wie der Vergleich der Buchen 1 und 2 zeigt.

Sie können beide nebeneinander an demselben Exemplar auftreten, aber die Beschädigungen können ausbleiben, während die Verfärbungserscheinung unter diesen Umständen auftreten muss. Es geht natürlich nicht an, beide Erscheinungen, welche wesensungleich sind, mit dem Ausdruck der chronischen Beschädigung zu bezeichnen. Man wird hier nach neuen Bezeichnungen und einer Revision der alten verlangen, ein Bedürfnis, das übrigens schon von anderen Seiten empfunden worden ist; doch möchte ich auf diesen Punkt nicht näher eingehen.*) Dahingegen möchte ich darauf hinweisen, dass ganz ähnliche Erscheinungen an den Nadelhölzern, besonders an der Fichte, welche wohl nach dieser Richtung hin am besten beobachtet worden ist, wahrgenommen werden und zur Einführung des Ausdruckes chronisch die Veranlassung gegeben haben. Nach der Darstellung von v. Schroeder und Reuss machen sich die chronischen Beschädigungen in einer Verfärbung der Nadeln und in dem Fall der älteren Nadeln bemerkbar. Die jüngeren Nadeln nehmen eine fahle gelbliche Färbung an, indem die Chloroplasten sich verfärben, ohne dass die Zellen absterben. Die älteren Nadeln sterben ab und zwar die ältesten zuerst. Die normale typisch ausgebildete Fichte soll 7 Nadeljahrgänge besitzen. Die Zahl derselben bei der beschädigten Fichte richtet sich nach dem Grade der Beschädigung. Rotspitzigkeit oder eventuelles Auftreten von roten Flecken soll nicht zu dem Krankheitsbilde der chronischen Schäden gehören. Diese chronischen Schäden der Fichte sind also auch funktionelle Störungen und demnach der vorzeitigen Herbstverfärbung der Buchen gleichzusetzen. Wenn akzessorisch Rotspitzigkeit und rote Flecken an den chronisch beschädigten Fichten auftreten, so brauchen doch noch keine akuten Beschädigungen im Spiel zu sein, sondern diese Blattzerstörung könnte in ganz analoger Weise zustande kommen, wie die entsprechende Beschädigung bei der Buche. Man hat sich nun wiederholt bemüht, die chronischen Schäden der Fichte im Experiment künstlich nachzumachen. Der jüngste derartige Versuch rührt von Wislicenus**) her. Mir will aber scheinen, als wenn das doch nicht ganz gelungen ist. So hat er das Abstossen der alten Nadeln gar nicht oder nur ganz vereinzelt beobachtet. Auch die Verfärbung der jüngeren Nadeln ist nicht durchgehends beobachtet worden. „Die Symptome der naturgetreu nachgeahmten Raucherkrankungen," sagt Wislicenus, „erscheinen auffallend regellos bei der hier zunächst benutzten Fichte. Es erscheinen kranke Nadeln direkt neben gesunden, teils von der Spitze, teils von der Basis aus verfärbt (fast nie jedoch bloss in der Mitte), teils

*) Vergl. auch Wieler, Über unsichtbare Rauchschäden. — Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 85. Jahrg., 1908. S. 217 u. ff.

**) l. c. S. 164.

schliesslich über die ganze Oberfläche. Bald sind es die neueren Triebe, bald die alten Nadeln, die zuerst erkranken." Die von v. Schroeder und Reuss angegebenen charakteristischen Symptome vermisst man, vielmehr scheint es sich hier immer um Zerstörung von Blattsubstanz zu handeln. Demnach gewähren diese Versuche noch keinen Einblick in das Wesen der typischen chronischen Beschädigungen der Fichte.

Wenn es sich um eine neue Definition von akut und chronisch handelt (vergl. Wislicenus und Haselhoff und Lindau), so glaube ich, wird man den hier mitgeteilten Beobachtungen und den sich daraus ergebenden Schlüssen Rechnung tragen müssen.

Meine Versuche mit der Buche habe ich im vorigen Sommer noch weiter fortgesetzt und auch auf die Eichen ausgedehnt. Am 4. August begann ich einen neuen Versuch mit je 3 Buchen und Eichen unter Anwendung einer noch verdünnteren Konzentration der schwefligen Säure, als bei dem ersten Versuch. Die Wirkungen waren dementsprechend bei der Buche weniger markant. Immerhin hatten sich die Blätter eines grösseren Zweiges der einen Buche bereits am 27. August stark gelblich gefärbt. Die Exemplare wurden herausgenommen und im Freien aufgestellt. Wenn nun auch die weiteren Veränderungen nur langsam eintraten, so hat sich dieser Zweig doch vor dem übrigen Laubwerk des Exemplares herbstlich verfärbt. Auch die beiden anderen im Räucherhaus verbliebenen Exemplare zeigten mit der Zeit eine etwas hellere Färbung, allerdings bei weitem nicht so auffallend, wie beim ersten Versuch. Dahingegen habe ich eine Verfärbung der Eichenblätter nicht beobachten können, trotzdem die Exemplare zwei Monate im Räucherhause zubrachten. Wenn nun diese Versuchsergebnisse auch in gutem Einklang mit Osters Beobachtungen in den Wäldern bei Stolberg stehen, so wäre es doch voreilig, aus dem negativen Ergebnis eines Versuches eine Bestätigung jener Behauptung ableiten zu wollen. Es wird noch weiterer, mehrfach abgeänderter Versuche bedürfen, ehe über diesen Punkt ein abschliessendes Urteil gefällt werden kann. Bei der angewandten Säurekonzentration hatte die Eiche noch reichlich assimiliert, denn ihre Blätter waren bei Abbruch des Versuchs und bei einer gelegentlichen Prüfung zwischendurch reich mit Stärke erfüllt.

Die Beobachtungen, welche man im Stolberger Rauchschadengebiet machen kann und welche zuerst von Oster gemacht worden sind, dass hier die hochstämmigen Eichen empfindlicher sind, als die hochstämmigen Buchen und eher als diese zu Grunde gehen, berechtigt zu der Frage, ob die von v. Schroeder und Reuss aufgestellte Resistenzreihe der Bäume einwandsfrei ist, oder ob sie vielleicht eine Modifikation erleiden muss. Um so wichtiger erscheint mir die Prüfung der Frage, als von den ge-

nannten Autoren auf Grund ihrer Erfahrungen ihre Ansichten über die Resistenz der Bäume sehr kategorisch vorgetragen worden und dadurch für die Beurteilung von Rauchschäden im allgemeinen massgebend geworden sind. Wird aber nach ihnen geurteilt, so könnte manchem Interessenten bitteres Unrecht geschehen. Sie sagen z. B. auf S. 113 ihres Werkes: „Leiden z. B. in einer Gegend die Kiefern mehr als die Fichten oder die Eichen mehr als die Rotbuchen, so kann man von vornherein annehmen, dass man es entweder gar nicht mit Raucheinflüssen zu tun hat, oder dass doch wenigstens sehr wesentliche anderweitige schädigende Umstände mit in Betracht kommen, welche das normale Verhalten der einzelnen Pflanzenarten gegen saure Gase oder Hüttenrauch abzuändern imstande sind.“ Hinsichtlich der Buchen und Eichen stehen sich also widersprechende Beobachtungen gegenüber, und es fragt sich, wie sich dieselben miteinander vereinigen lassen. Zur tatsächlichen Feststellung mag noch darauf hingewiesen werden, dass das von der geltenden Regel abweichende Verhalten der Eichen und Buchen im Stolberger Rauchschadengebiet auch von Danckelmann*) beobachtet worden ist: „Nach den Berichten der Sachverständigen und nach meinen Wahrnehmungen sind die Eichen in Probsteywalde weit mehr beschädigt als die Buchen. Diese Erscheinung stimmt mit den herrschenden Ansichten über die Widerstandsfähigkeit der Holzarten gegen Rauchbeschädigungen nicht überein.“ Auch in England hat man, wie ich dem Handbuch von Haselhoff und Lindau (S. 116) entnehme, beobachtet, dass die alten Eichen unter der Einwirkung des Rauches schnell absterben. Die beiden Autoren, denen das Rauchschadengebiet bei Stolberg unbekannt ist, sind mit einer Erklärung für das abweichende Verhalten der alten Bäume in Lancashire schnell bei der Hand. Sie lautet: „Dabei ist aber zu bedenken, dass alte Bäume, die ohnehin viel trockenes Holz aufweisen, nicht mehr eine so grosse Reproduktionsfähigkeit der Blätter besitzen, wie jüngere kräftige Stämme; ausserdem nimmt die Fähigkeit Stockausschlag zu erzeugen, mit zunehmendem Alter ab. Die geringe Resistenz ist also lediglich ein Zeichen der Altersschwäche.“ Diese Erklärung kennzeichnet sich durchaus als eine Verlegenheitserklärung, und ich glaube nicht, dass die Autoren grossen Beifall bei den Forstleuten ernten werden, wenn sie etwa 70jährige Stämme, denn auch diese zeigen die Erscheinung nach Oster, als altersschwach ausgeben wollten. Die hochstämmigen Eichen verhalten sich

---

*) Gutachen in Sachen des Rechtsstreites des Eschweiler Bergwerk-Vereins gegen die Chemische Fabrik Rhenania wegen Beschädigung des Probsteywaldes durch Rauch, 1888. S. 8.

gegen schweflige Säure ganz anders als das Schlagholz. Während in der Entfernung von 3 km von der Rauchquelle im Probsteywald die Hochstämme zugrunde gehen, nähert sich die Eiche als Schlagholz im Eschweilerer Walde der Hütte bis auf 500 m, und diese Tatsache steht in Einklang mit den Erfahrungen in anderen Rauchgegenden. Ja man kann sogar den Eschweilerer Wald als ein klassisches Beispiel für das Verhalten des Eichenschlagholzes im Rauche bezeichnen. Schon 1879 hat Hasenclever*) eine Photographie des Waldes veröffentlicht. Die Eichen sind hier durch sehr eigentümliche Wuchsformen ausgezeichnet. Die in allernächster Nähe der Hütte befindlichen Eichen sind zu kriechenden Gewächsen geworden. Mit der wachsenden Entfernung von der Hütte erheben sich die Pflanzen mehr und mehr, bis sie in einer bestimmten Entfernung die Höhe normalen Schlagholzes erreichen. Dass sich die Eiche unter diesen erschwerenden Umständen halten kann, ist in erster Linie ihrer grossen Reproduktionsfähigkeit zu verdanken, welche anderen Bäumen, etwa der Buche, wenn sie ebenso behandelt werden, nicht zukommt. Aber diese Reproduktionsfähigkeit der Eiche ist nicht unbegrenzt; im allgemeinen hört sie mit 50 Jahren auf und nur unter besonders günstigen Verhältnissen soll sie bis zum 60. und 70. Jahre andauern, wie mir von forstlicher Seite mitgeteilt wird. Hohe Eichbäume sollen die Fähigkeit zum Ausschlagen vollständig verloren haben; stirbt ein solcher Stamm ab, so schlägt er nicht wieder aus. Jedenfalls ist im Probsteywalde, wie ich den Mitteilungen des Oberförsters Oster entnehme, niemals ein Fall beobachtet worden, dass ein älterer durch Rauch zugrunde gerichteter Stamm wieder ausgeschlagen hätte. Nach Haselhoff**) und Lindau hat man auf dem Burgberg bei Letmathe andere Erfahrungen gemacht. Dort sollen die ursprünglich vorhanden gewesenen hohen Bäume sämtlich abgestorben sein, und aus ihren Stümpfen soll sich durch Stockausschlag ein Eichengebüsch gebildet haben. Leider fehlt es an Angaben über das Alter der abgestorbenen Eichen, vielleicht stellt sich bei näherer Nachforschung heraus, dass die Eichen, welche hier gestanden, doch nicht so alt gewesen sind, als man nach der Notiz annehmen muss. Jedenfalls wäre es erwünscht, wenn dieser Punkt aufgeklärt würde; ohne weiteres dürfen die Beobachtungen bei Letmathe nicht verallgemeinert werden.***) Da bei Letmathe neben den Eichen augenscheinlich keine Buchen vor-

*) Über die Beschädigung der Vegetation durch saure Gase. Chemische Industrie 1879.

**) S. 104.

***) Im Anschluss an vorstehenden Vortrag teilte Herr Prof. Dr. Lindau mit, dass die abgestorbenen Eichenstämme 40 Jahre alt gewesen sind.

handen gewesen sind, so konnte man dort auch nicht ermitteln, wie sich Buchen und Eichen unter gleichen Umständen verhalten; denn das leuchtet doch wohl ohne weiteres ein, dass es unbillig wäre, das Schlagholz der Eichen mit den Buchenhochstämmen zu vergleichen. Beim Vergleich der Eichen- und Buchenhochstämme wird sich wohl auch an anderen Orten herausstellen, dass die Buche widerstandsfähiger gegen Hüttenrauch ist als die Eiche. Um so überraschender ist es nun, dass die weniger widerstandsfähige Eiche an den Blattorganen gar keine Veränderungen aufweist, während die resistentere Buche wenigstens die besprochene Herbstverfärbung zeigt. Irgend welche Anhaltspunkte, um einen Einblick in diese Verhältnisse zu gewinnen, sind bisher nicht vorhanden. Da das Absterben der Eiche auch vom Gipfel aus beginnt, könnte höchstens daran gedacht werden, ob nicht ein schädigender Einfluss von seiten des Bodens im Spiele ist. Diese Verhältnisse können nicht dringend genug der Beachtung empfohlen werden, und die von v. Schroeder und Reuss aufgestellte Resistenzreihe darf noch nicht als absolut feststehend betrachtet werden. Auch für andere Bäume sind im Stolberger Rauchschadengebiet über die Resistenz Beobachtungen gemacht, welche nicht mit landläufigen übereinstimmen; doch möchte ich darauf hier nicht näher eingehen. Es hiesse Ihre Geduld zu sehr auf die Probe stellen, wenn ich meine Ausführungen noch weiter ausspinnen wollte. Ich begnüge mich damit, Ihre Aufmerksamkeit auf die drei wichtigen Punkte, welche für die Rauchschadenexpertise unbedingt von der grössten Bedeutung sind, hingewiesen zu haben, auf die Rauchblössen unter Bäumen, auf die chronischen Beschädigungen der Buche und auf die Resistenzverhältnisse der Eiche und Buche. Ich hoffe, dass Sie meinen Darlegungen entnommen haben werden, dass hier noch eine ganze Reihe wissenschaftlicher Fragen der Beantwortung harren, und dass man sich hüten muss, einen allzu grossen Nachdruck auf das Vorhandensein beschädigter Blätter zu legen, um Rauchschaden zu konstatieren.

Über die Mikroorganismen im Gärungsgewerbe.

Von Professor Dr. **P. Lindner,** Berlin.

Professor Dr. Lindner, Berlin, hielt am 16. April im Institut für Gärungsgewerbe einen Projektionsvortrag: „Über die Mikroorganismen im Gärungsgewebe."

Da auch zahlreiche Damen ihr Erscheinen angesagt hatten, behandelte er insbesondere die beim „Backen und Brauen" sich abspielenden biologischen Vorgänge.

Die Frauen seien früher in diesen Künsten sehr bewandert gewesen, bei manchen Völkern hätten sie auch heute noch die Bereitung des Brotes und des flüssigen Brotes, also Speise und Trank, gleichzeitig zu besorgen. Erst jetzt sei die Wissenschaft so weit gekommen, die einzelnen Vorgänge erklären und beherrschen zu können. Das Gärungsphänomen habe, wie kaum ein zweites, die wissenschaftliche Forschung beschäftigt, und an der Hefepflanze sei das Geheimnis des Lebens am erfolgreichsten studiert worden. Beim Backen und Brauen seien dieselben Kräfte wirksam: Im aufgehenden Brotteig schon setzt die alkoholische Gärung ein, machen sich die Enzyme geltend, welche Stärke verzuckern und Eiweisskörper peptonisieren. Aber diese Prozesse würden hier frühzeitig durch zu hohe Temperaturen unterbrochen, während beim Brauen und bei der Gärung sich jene Enzyme ausarbeiten können. Die Entwickelung der Getreidepflanzen sei ein besonders interessantes und dankbares Thema für den Unterricht und ebenso das Verhalten der Hefe in morphologischer und physiologischer Beziehung. Es sollte keine Schule ihre Schüler entlassen ohne einige Kenntnis von diesen Dingen und vor allem sollten die höheren Töchterschulen mit Rücksicht auf Küche und Keller sie ihren Zöglingen nicht vorenthalten.

Die Hefen erzeugten zwar aus Zucker Alkohol, aber seit Jahrtausenden hätte ihnen dieser nichts geschadet. Die Alkoholgegner à tout prix mögen erst daran gehen, die Hefepflanze aus der Schöpfung zu streichen — wenn sie ihr Ziel sicher erreichen wollen.

Der Vortrag wurde durch zahlreiche Lichtbilder erläutert, die zum grossen Teil in dem vom Vortragenden herausgegebenen Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungsgewerbe mit besonderer Berücksichtigung der biologischen Betriebskontrolle, Berlin, Paul Parey, eine Wiedergabe erfahren haben.

Über die Schwankungen bei Keimkraftprüfungen der Samen und ihre Ursachen.

Von Privatdozent Dr. **Muth**, Augustenberg i. B.

Die von den landwirtschaftlichen Versuchsanstalten und von den Samenhändlern veranstalteten Enqueten der letzten Jahre haben bekanntlich gezeigt, dass die Samenanalysen zum Teil noch nicht den gewünschten Grad von Zuverlässigkeit und Übereinstimmung aufweisen und dass bei dieser Sachlage die angestrebte gesetzliche Regelung des Samenhandels, über die man übrigens geteilter Meinung sein kann, zur Zeit wohl nicht möglich ist. Diese Tatsache hat nun die Aufmerksamkeit der beteiligten Kreise wieder auf ein wissenschaftlich seit längerer Zeit etwas stiefmütterlich behandeltes Gebiet der landwirtschaftlichen Versuchstätigkeit gelenkt. Mit Ausnahme der Untersuchungen Kirchners über die Genauigkeit der Untersuchungen von Kleesämereien auf ihren Gebrauchswert und derjenigen Hiltners über die Leguminosen-Samen ist von Seite der landwirtschaftlichen Institute meines Wissens nicht viel Bemerkenswertes über die Samenuntersuchung veröffentlicht worden.

Die Absicht, mich selbst über den Grad der Zuverlässigkeit der Samenanalyse zu orientieren und das Bestreben, die Ursachen der in der Praxis der Samenkontrolle mitunter auftretenden Differenzen kennen zu lernen, veranlasste meine bereits vor zwei Jahren begonnenen Untersuchungen. Ich muss indes hier gleich bemerken, dass im allgemeinen bei sachgemässer Arbeit und bei entsprechender Erfahrung die Samenkontrolle doch nicht so wenig leistungsfähig ist, wie man nach den Behauptungen von gewisser Seite meinen könnte. Auch darf man nicht vergessen, dass das Auftreten grosser Differenzen oft gerade als Fingerzeig für die Beurteilung der Qualität eines Samens dienen kann. Wo aber in der Samenkontrolle Missstände wirklich vorhanden sind, ist es unsere Pflicht, durch zielbewusste Arbeit deren Beseitigung anzustreben. Weitere Enqueten zu diesem Zwecke von seiten der landwirtschaftlichen Institute zu veranstalten, halte ich für zwecklos, da sie ja doch vorerst nur stets die Bestätigung der bereits angedeuteten Tatsachen ergeben werden. Dies können wir, wie ich glaube, ruhig den Samenhändlern überlassen. Unsere Aufgabe ist es vielmehr, den Ursachen der erwähnten Erscheinungen nachzugehen.

Bei den Differenzen der Samenprüfungsergebnisse können wir wohl dreierlei Ursachen unterscheiden:

1. Fehler, die bei der Ausführung der Samenanalyse durch den Arbeitenden gemacht werden und die wir hier natürlich nicht weiter zu erörtern haben. Ein zuverlässiges und gut eingeschultes Personal ist in der Samenkontrolle die erste Bedingung.
2. Fehlerquellen, die in der Arbeitsmethode liegen; diese sind für uns der eigentliche Gegenstand der Untersuchung. Ich rechne hierher den Einfluss der Keimapparate, der Vorquellung, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Temperatur, die Regulierung des Luftzutrittes, die Einkeimung mit oder ohne Fruchtschale, die Infektion durch Schimmelpilze, Bakterien, Hefen.
3. Schwankungen, die in der Eigenart des Samens selbst, wenn ich mich so ausdrücken darf, ihre Ursachen haben; ich verstehe darunter z. B. den Reifegrad, der ja bekanntlich bei vielen Grassämereien, Umbelliferen- und Kompositen-Früchten etc. mitunter sehr verschieden ist, die Beschaffenheit der Samen- resp. Fruchtschale (Hartschaligkeit), die Eigenart der Reservestoffe.

Wenden wir uns zunächst zu den Methoden der Samenprüfung; das entscheidende Facit der Samenanalyse ist der Gebrauchswert, der bekanntlich aus dem Reinheitsgrad und den Keimfähigkeitszahlen gewonnen wird. Die Bestimmung der Reinheit ist Sache der Übung und der Konvention. Anders verhält es sich dagegen mit der Prüfung der Keimfähigkeit; hier allein liegt die eigentliche Schwierigkeit.

Was bei der Methode alles von Einfluss sein kann, wurde bereits angedeutet. Wir wollen in erster Linie den des Keimbettes verfolgen. Über die Art desselben lautet die Vorschrift der bekannten Vereinbarungen: die Art des Keimbettes ist von geringerer Bedeutung, als dass die angesetzten Körner den wirklichen Durchschnittscharakter der Probe darstellen, vorausgesetzt, dass Wärme, Feuchtigkeit und Luftzutritt gut geregelt werden. In erster Linie wird ein starkes, sterilisiertes Fliesspapier empfohlen (z. B. Drewerhoff, Dresden), ferner Sand; auch Tonapparate sind zulässig.

Die Vorschrift lässt also den einzelnen Stationen volle Freiheit in der Wahl des Keimbettes und es dürften wohl auch die verschiedensten Apparate und Vorrichtungen im Gebrauch sein. Es fragt sich nun, ob nicht schon darin eine Ursache der mitunter bei den Analysen desselben Samens durch verschiedene Stationen auftretenden Differenzen liegt und ob nicht durch die Wahl bestimmter Keimapparate für die einzelnen Samen in den in Betracht kommenden Instituten eine Erhöhung der Zuverlässigkeit der Keimprüfung erreicht werden kann; ist ja doch die Regulierung der Feuchtigkeit und des Luftzutrittes vielfach mit der Konstruktion des Keimapparates gegeben. In den grossen, mit voll-

kommenen Einrichtungen versehenen Samenprüfungsanstalten mögen in dieser Beziehung die Verhältnisse vielleicht etwas anders liegen.

Es sind schon verschiedentlich Untersuchungen über den Einfluss des Keimbettes auf die Keimfähigkeit der Samen und zwar mit verschiedenem Resultate ausgeführt worden. Wir finden eine gute Zusammenstellung der einschlägigen Literatur in dem bekannten Handbuch von Harz. Untersuchungen, bei welchen zu gleicher Zeit in demselben Raum eine grössere Reihe von Analysen mit verschiedenen Apparaten ausgeführt wurden, sind mir indes nicht bekannt.

Keimapparate, welche in der Praxis überall verwendbar sein sollen, müssen sich durch einfache und rasche Handhabung auszeichnen; drängen sich doch die Samenanalysen bei den meisten Instituten auf eine kurze Zeit zusammen. Genügen die Keimapparate allerdings nicht der ersten an sie zu stellenden Forderung, nämlich einer gleichmässigen Funktion, so müssen sie durch kompliziertere Einrichtungen ersetzt werden.

An der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg sind zur Zeit hauptsächlich drei verschiedene Keimapparate in Gebrauch, die, wie ich glaube, der Forderung der Einfachheit und leichten Handhabung entsprechen.

1. Kuverte aus dünnem schwedischen Filtrierpapier; diese Kuverte werden beim Einkeimen der meistens vorgequellten Samen mit Wasser bis zur Sättigung durchtränkt; hierauf werden sie zwischen zwei Filtrierpapierstreifen von etwa gleicher Grösse gelegt und das überschüssige Wasser durch vorsichtiges Darüberstreichen mit der flachen Hand entfernt. Die Kuverte werden senkrecht nebeneinander in einen Zinkblechkasten gestellt und zwar auf ein etwa 3 cm über dem Boden des Kastens befindliches Drahtgeflecht. In dem Deckel und in den Seitenwänden des Kastens sind zahlreiche Luftlöcher angebracht; auf dem Boden befindet sich eine Wasserschicht von circa $^1/_2$ cm Höhe. Die Kuverte werden jeden Tag einmal mit Wasser mittelst eines Zerstäubers angefeuchtet. Das Modell des Kastens stammt, wenn ich richtig orientiert bin, aus der Samenprüfungsanstalt in Hohenheim.
2. Gelbe, unglasierte Schalen aus gewöhnlichem Töpferton von etwa 12 cm Durchmesser mit durchlöchertem, abnehmbarem Deckel aus gleichem Material.
3. Weisse, unglasierte Tonschalen von 7,5 cm Durchmesser mit abnehmbarem, durchlöchertem Deckel.

Sämtliche Apparate werden vor dem jedesmaligen Gebrauch im Autoklaven oder im Kochschen Dampfsterilisationsapparat sterilisiert; die

Tonschalen, die nach öfterem Gebrauch mit Schmirgelpapier abgerieben und die alle numeriert sind, um die weniger zuverlässig funktionierenden herauszufinden, werden auf einem Gestell möglichst entfernt vom Rande in Blechuntersätze mit Wasser von $^1/_2$ cm Tiefe gestellt. Die Untersuchungen wurden mit der gleichen und mit verschiedenen Proben desselben Samens ausgeführt. In ersterem Falle wurden stets je 10 Analysen zu gleicher Zeit ausgeführt, in letzterem Falle in der Regel nur je eine. Es wurden immer je 400 Samen eingekeimt. 10 vergleichende Analysen derselben Probe haben wir bisher ausgeführt mit Rotklee, Bastardklee, Weissklee, Inkarnatklee, Luzerne, Steinklee, Wundklee, gemeinem Schotenklee, Sumpfschotenklee, Esparsette, Serradella, Timotheegras, englischem, italienischem, französischem Raygras, Wiesenschwingel, Ruchgras, Fioringras, Wiesenrispengras, Tabak, Hanf, Lein, Mohn, Raps, Senf, Zichorie, Spörgel, Buchweizen, Gartenkresse, Kümmel, Dill und Fenchel. Eine einmalige Analysenreihe haben wir mit den verschiedensten Sämereien ausgeführt. Hierbei wurde auch noch mitunter Sand als Keimbett verwendet. Natürlich handelt es sich bei unseren Untersuchungen um solche orientierender Art, die eine gewisse Vorsicht betreffs der Schlussfolgerungen bedingen. Die Ergebnisse wurden tabellarisch zusammengestellt. In den Tabellen sind ausser der Keimungsenergie und den Keimkraftszahlen angegeben 1. die grösste Differenz zwischen den 4×100 Samen derselben Analyse, 2. die mittlere Keimungsenergie und die mittlere Keimkraft, 3. das Mittel der bereits erwähnten grössten Differenzen, 4. die grösste Differenz der Ergebnisse der Keimungsenergie und der Keimkraft und schliesslich 5. die grösste Differenz zwischen sämtlichen Keimkraftanalysen. Diese Faktoren geben in erster Linie ein Bild über die Brauchbarkeit eines Keimapparates und der Methode überhaupt. Als Beispiel möge die Tabelle der Gartenkresse dienen.

(Siehe Tabelle S. 84.)

Nach den Ergebnissen unserer Keimversuche können wir nun betreffs des Einflusses der Keimapparate drei Gruppen von Samen unterscheiden:

1. Es ist kein Unterschied zugunsten eines der drei Apparate bemerkbar.
2. Es zeigt sich ein deutlicher Unterschied; die Differenz liegt jedoch innerhalb der sogenannten Fehlergrenze.
3. Es macht sich ein bedeutender, diese Fehlergrenze überschreitender Unterschied bemerkbar.

Bei fast allen untersuchten Sämereien ist aber die grösste Differenz zwischen sämtlichen Analysen bedeutend grösser als diejenige der

Gartenkresse (Lepidium sativum).

1000 Samen wiegen 1,815 Gramm.

	Filtierpapier.				Gelbe Tonschalen.				Weisse Tonschalen.			
Nr.	Keimungsenergie	Grösste Differenz	Keimkraft	Grösste Differenz	Keimungsenergie	Grösste Differenz	Keimkraft	Grösste Differenz	Keimungsenergie	Grösste Differenz	Keimkraft	Grösste Differenz
1	80,00	16,00	80,75	16,00	95,75	2.50	98,25	1,50	95,00	2,00	98,25	0,50
2	79,50	8,00	80,50	4,00	96,75	2,50	98,50	0,00	96,00	3,00	98,25	0,50
3	80,50	9,00	81,50	10,00	95,00	0,00	98,25	1,50	96,00	1,00	97,75	0,50
4	81,25	11,00	84,00	12,00	93,50	4,00	96,75	1,50	94,25	4,50	97,75	1,50
5	80,25	7,00	82,50	7,00	93,75	0,50	98,25	0,50	93,25	0,50	98,00	1,00
6	82,25	2,00	88,00	8,00	94,25	0,50	98,50	2,00	93,00	3,00	97,75	0,50
7	83,00	10,00	84,75	8,00	93,75	0,50	98,00	1,00	95,50	1,00	98,75	0,50
8	81,50	9,00	82,25	5,00	95,00	3,00	98,25	0,50	92,75	3,50	99,25	0.50
9	79,25	9,00	80,75	9,00	92,25	3,50	96,75	1,50	94,50	1,00	98,75	1,50
10	85,25	5,00	86,75	8,00	90,50	1,00	96,50	2,00	94,75	1,50	98,00	0,00
Im Mittel	81,27	8,10	88,17	8,70	94,05	1,80	97,80	1,20	94,50	2,10	98,25	0,70
Grösste Differenz	6,00	16,00	7,50	16,00	6,25	4,00	2,00	2,00	3,25	3,25	3,50	1,50

Grösste Differenz zwischen sämtlichen Keimkraft-Analysen 18,75 %.

zehn Analysen in demselben Keimapparat, schon Grund genug, sich möglichst desselben Keimbettes für den gleichen Samen an den verschiedenen Anstalten zu bedienen. Ferner aber geht aus unseren Versuchen hervor, dass mit zunehmenden Durchschnittswerten der Keimkraftszahlen bei der Prüfung nach verschiedenen Methoden die Differenz zwischen den Keimzahlen der 4 × 100 Samen derselben Analyse und diejenige der ganzen Analysenreihe abnimmt.

Über den Einfluss der Temperatur haben wir Versuche mit rotem Schwingel, der mitunter Schwierigkeiten bei der Keimprüfung bietet, sowie mit Wiesenrispengras ausgeführt. Mit letzterem, das bei der letzten Enquete durch die Samenhändler so auffallende Differenzen aufwies, haben wir auch einen Versuch über den Einfluss der Vorquellung gemacht; ein wesentlicher Unterschied hat sich nicht ergeben.

Bei Hafer, Serradella und Esparsette haben wir Versuche über den Einfluss der Fruchthülse resp. der Spelzen angestellt; die ausgekörnten oder entspelzten Samen keimten besser und gleichmässiger.

Alle bisher erwähnten Einflüsse sind nicht von so grosser Bedeutung, wie diejenige der Infektionen durch Mikroorganismen. Nobbe, der verdienstliche Begründer der Samenkontrolle, misst zwar der Anwesenheit von Schimmelpilzen keine grosse Bedeutung bei; er sucht den diesbezüglichen Übelständen durch Umbetten zu begegnen; doch ist von dieser Prozedur im allgemeinen in vorliegendem Falle nicht allzuviel zu erwarten.

Die Infektionsversuche wurden in der Weise ausgeführt, dass die Samen oder Früchte in einem kleinen Siebe zuerst tüchtig unter dem Wasserhahn und dann mit sterilisiertem, destilliertem Wasser abgewaschen wurden; 400 Samen wurden zur Kontrolle direkt eingekeimt und weitere 400 nach der Infektion mit Reinkulturen. Betreffs der Bakterien sei noch bemerkt, dass diese bereits mehrere Generationen hindurch auf Gemüsekonserven gezüchtet worden waren.

Es wurden bisher von den Spaltpilzen Bacterium coli commune, Bacillus mycoides, Bacillus fluorescens liquefaciens, Bacillus asterosporus, ein mittellamellenlösender Bacillus aus Trüffelkonserven, von den Schimmelpilzen Aspergillus niger, Aspergillus medius, Mucor stolonifer, Mucor pyriformis, Penicillium glaucum, Cladosporium herbarum und Botrytis cinerea zu den Versuchen herangezogen. Von den geprüften Organismen zeigten die Bakterien fast gar keine Einwirkung; wo eine solche vorhanden ist, muss erst die Wiederholung der Infektion und die nähere Untersuchung der Objekte Aufschluss darüber geben, ob die Bakterien wirklich die schädliche Wirkung ausgeübt haben. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, dass ich auf Grund dieser Versuche den Be-

obachtungen von E. Laurent, Lepoutre und van Hall über die Überführung gemeiner saprophytischer Bakterien in parasitische etwas skeptisch gegenüberstehe.

Ganz anders, wie die Bakterien verhalten sich vielfach die Schimmelpilze. Besonders Aspergillus niger, Penicillium glaucum, Mucor stolonifer und Botrytis cinerea sind ganz gefährliche Gäste im Keimapparat. Es wurden zu den Infektionsversuchen in der Regel die besten Samen von der bekannten Samenhandlung A. le Coq & Cie. in Darmstadt verwendet. Besonders Aspergillus niger greift beinahe alles an. In der Regel sind am Tage der Bestimmung der Keimungsenergie bereits zahlreiche sporenbildende Kolonien entwickelt.

Welche Nutzanwendung können wir nun für die Praxis der Keimprüfung aus unseren bisherigen Untersuchungen ziehen?

Individuelle Behandlung der Sämereien, peinlichste Reinheit im Keimraum und sorgfältige Sterilisation der Keimapparate vor jedem Gebrauch sind die erste Vorbedingung einer zuverlässigen Keimprüfung. Die Versuche über den Einfluss des Keimbettes haben gezeigt, dass im allgemeinen mit steigenden Keimzahlen die Differenzen kleiner werden. Wir müssen also suchen, diejenige Methode für die einzelnen Samen herauszufinden, welche die höchsten Keimzahlen gibt. Der Samenhandel wird wohl, wie ich glaube, in doppelter Beziehung damit einverstanden sein. Es wäre aber zu wünschen, dass auch die Samenhändler ihre diesbezüglichen Beobachtungen der Öffentlichkeit übergeben würden.

Vielleicht könnte man einwenden, dass bei dem angedeuteten Verfahren leicht zu hohe Werte gefunden wurden, die beim Aussäen der Samen im Stiche lassen. Nun, wir haben eine Reihe von über die Saison geprüften Sämereien im Frühjahre in Blumentöpfen ausgesät und gefunden, dass die Zahl der aufgegangenen Pflanzen im allgemeinen proportional der bei der Untersuchung gefundenen Keimzahl war. Ausnahmen werden hier stets vorkommen und ich glaube nicht, dass sich der Samenhandel auf bestimmte Garantien in dieser Beziehung einlassen kann.

Auf die Gefährlichkeit der Pilzinfektion für die Erzielung richtiger und gleichmässiger Resultate wurde bereits ausdrücklich hingewiesen.

Was nun noch die Differenzen betrifft, welche gleichsam als in der Beschaffenheit des Samens selbst begründet bezeichnet wurden, so dürfte ihre Einschränkung durch die Berücksichtigung der betreffs der Methode angedeuteten Momente gleichfalls gegeben sein.

Bei besonders schwierigen Objekten dürfte es sich empfehlen, mehrere Analysen auszuführen und daraus den Mittelwert zu nehmen. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass ein Samen ein komplizierter Organismus ist.

der als solcher individuelle Eigenschaften besitzt, der auf alle möglichen Einwirkungen reagiert und der sich niemals nach der Schablone einer chemischen Analyse behandeln lässt.

Vor allem aber wäre es gut, wenn die wissenschaftliche Samenuntersuchung möglichst vielseitig aufgenommen würde; jede Komplikation der Samenanalyse aber sollte vorerst vermieden werden. Die Untersuchung auf die Lebenskraft z. B., so bemerkenswert der Gedanke an sich ist, halte ich deshalb nicht für angebracht und für allgemein durchführbar. Einenteils lassen auch die bei der Samenanalyse zu ermittelnden Werte, sowie das Aussehen der Saat in der Regel keinen Zweifel über ihre Beschaffenheit, andererseits dürfte es Fälle geben, in denen auch die beste Saat im Boden durch den Angriff von Mikroorganismen schwer geschädigt wird.

Bericht über die am 17. August 1903 in Mainz abgehaltene Versammlung der „Vereinigung".

Im Anschluss an den in Mainz vom 15.—17. August abgehaltenen Deutschen Weinbau-Kongress fand daselbst am 17. August d. J. eine Versammlung der auf dem Kongresse anwesenden Mitglieder der Vereinigung statt. Die Sitzung wurde nachmittags um 4 Uhr eröffnet. Der Vorsitzende begrüsste die erschienenen Mitglieder der Vereinigung sowie die Gäste und führte dabei etwa folgendes aus:

Zum erstenmal findet im Anschluss an den Deutschen Weinbau-Kongress eine Versammlung von Mitgliedern der neu gegründeten Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik statt. Diese Vereinigung verfolgt die Aufgabe der Förderung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Dienste von Land- und Forstwirtschaft, Handel und Gewerbe durch botanische Forschung. Dass die Gründung einer solchen Vereinigung eine Notwendigkeit war, geht schon daraus hervor, dass die vornehmsten Vertreter der angewandten Botanik zu dieser Gründung ihre Zustimmung gaben und sich der Vereinigung als Mitglieder freudig anschlossen. Wenn wir nun heute im Anschluss an den

Deutschen Weinbau-Kongress eine Versammlung abhalten, so geschieht das aus dem Grunde, weil Weinbau und Weinbereitung Arbeitsgebiete sind, auf welchen sich die angewandte Botanik in den letzten Jahren hervorragend und mit besonderem Erfolge betätigt hat. Denn wenn man einmal einen kurzen Rückblick tut auf das, was in den letzten Dezennien auf den genannten Gebieten an wissenschaftlicher Arbeit geleistet wurde, so wird man ohne weiteres zugeben müssen, dass es in erster Linie das Verdienst der botanischen Forschung war. Denn Botaniker waren es, welche das Studium der physiologischen Erscheinungen des Rebstockes in Angriff nahmen, und ich brauche hier nur auf die einschlägigen, für die Kultur und die Behandlung des Rebstockes so nutzbringenden und aufklärenden Arbeiten von Müller-Thurgau hinzuweisen. Und ebenso gehört das ganze Gebiet der Reben-Pathologie der botanischen Forschung an.

Die verschiedenen Vorgänge, welche sich bei der Gärung der Weine abspielen, die sie bewirkenden Organismen, die Krankheiten des Weines und ihre Ursachen, die Veränderungen, welche die Weine auch nach beendeter Gärung während des Lagerns im Fasse und in der Flasche noch erleiden — ich erinnere hier nur an die für die Praxis so überaus wichtige Tatsache der durch Mikroorganismen veranlassten Säure-Abnahme des Weines — sind Gegenstand botanischer Forschung geworden. Und wenn gerade auf diesen letzteren Gebieten Klarheit geschaffen wurde und der Praxis genaue und sichere Verfahren an die Hand gegeben werden konnten, so ist das das alleinige Verdienst der angewandten Botanik.

Weinbotaniker sind es also gewesen, die durch wissenschaftliche Forschung auf allen den bezeichneten Gebieten der Praxis neue Verfahren gegeben, neue Wege gezeigt und neue Ziele eröffnet haben. Wenn ich mich nicht täusche, dann dürfte es der botanischen Forschung ebenfalls noch vorbehalten sein, auch auf dem derzeit noch so unsicheren und dunklen Gebiete der Reben-Düngung erst die nötige wissenschaftliche Klarheit zu bringen.

Es ist mir als dem Vorsitzenden der Vereinigung eine ganz besondere Freude, unter den verehrten Gästen auch den Vorstand des Deutschen Weinbau-Vereins, Herrn Geheimrat Wegeler, Herrn Reichstagsabgeordneten Dr. Deinhard, sowie Herrn Generalsekretär, Ökonomierat Dahlen begrüssen zu können und danke ich allen Herren für ihr Erscheinen und für das Interesse, welches sie dadurch den Arbeiten und den Bestrebungen unserer Vereinigung entgegenbringen.

Auf der Tagesordnung stand zunächst der Vortrag: „Über die Ursachen der abnormen Gärung des Moscato d'Asti spumante“

von R. Meissner-Weinsberg. Die Originalabhandlung über diesen Gegenstand ist in diesem Jahresbericht Seite 96 u. ff. veröffentlicht.

Den zweiten Vortrag hielt J. Wortmann-Geisenheim: „Über neuere Pasteurisierungs-Verfahren in Frankreich.“ Referent behandelte die Pasteurisierungsverfahren Dr. Rosenstiehl's und Kühn's und beschrieb eingehend die hierzu konstruierten Apparate, die es ermöglichen, grosse Mengen Most oder Wein ohne Kochgeschmack zu pasteurisieren.

Die Originalabhandlung wird demnächst in den preussischen landwirtschaftlichen Jahrbüchern veröffentlicht werden und kann von einer Wiedergabe des Vortrages an dieser Stelle daher abgesehen werden.

Den dritten Vortrag hielt R. Meissner-Weinsberg „Über allerlei Geheimmittel in der Kellerwirtschaft“. Davon ausgehend, dass über den Wert bestimmter Geheimmittel in der Kellerwirtschaft nur die Biologie und Mikroskopie ein richtiges Urteil fällen können, verbreitete sich Referent über eine Reihe in neuester Zeit untersuchter Geheimmittel, von denen man unschwer 3 Gruppen unterscheiden kann.

1. Konservierungsmittel, 2. Gärmittel, 3. Schönungsmittel.

Das gemeinsame aller der genannten Geheimmittel ist, dass sie meist unter hochtönendem Namen entweder alte Bekannte, oder wert- und wirkungslose Substanzen oder aber schädliche Stoffe verbergen, die mit hohem Preis bezahlt werden müssen.

Um dem Geheimmittelwesen in der Kellerwirtschaft zu steuern, müssen nach des Referenten Ansicht drei Faktoren in Zukunft wirksam sein, nämlich:

1. Die Praxis selbst. Sie sollte nicht Mittel anwenden, von denen sie nicht weiss, woraus sie bestehen, selbst dann nicht, wenn diese Mittel mit den verlockendsten Namen und mit grosser Reklame angeboten werden.

2. Die Weinzeitungen. Diese sollten in ihrem Inseratenteil nicht mehr Reklamen von Mitteln aufnehmen, von denen nach wissenschaftlicher Untersuchung feststeht, dass sie entweder wert- und wirkungslos oder schädlich sind.

3. Die Versuchsanstalten sollten sich noch mehr mit der Untersuchung von Geheimmitteln befassen, dann aber auch die Resultate der Untersuchungen in der Fachpresse und den Tageszeitungen rücksichtslos unter Nennung des Namens des Geheimmittel-Lieferanten veröffentlichen.

Dieser Vortrag ist mittlerweile in extenso in den Geisenheimer „Mitteilungen über Weinbau und Kellerwirtschaft“ 1903, Heft 9 veröffentlicht worden.

„Über eine an Weinreben beobachtete Bakterienkrankheit“ und „über natürliche Feinde des Springwurms“ hielt im Anschluss hieran A. Zschokke-Neustadt a. Haardt zwei Vorträge ungefähr folgenden Inhalts:

1. Im Juni 1902 wurde in einigen Weinbergen von Deidesheim und an einzelnen Rebstöcken der Neustadter Gemarkung eine Krankheit beobachtet, welche ihren äusseren Erscheinungen nach mit keiner der hier bekannten Rebenkrankheiten übereinstimmte.

Die ausgewachsenen Blätter zeigten unregelmässig zerstreute, kleine, grünschwarze, später dunkelbraune scharf abgegrenzte, etwas eingesunkene, tote Flecken von eckiger Gestalt und etwa 1 mm Durchmesser.

Dieselben füllen in der Regel eine der kleinen Maschen des Adernetzes aus und sind später von einer gelbbraunen toten Zone umgeben. Wo sie dichter beisammen liegen, ist das ganz dazwischen liegende Blattgewebe abgestorben und vertrocknet. Selbst auf den verdorrten Blattteilen, welche im ganzen die gelbbraune Farbe dürrer Rebenblätter besitzen, lassen sich immer noch die dunklen eckigen Flächen erkennen. und hält man ein solches Blatt gegen das Licht, so scheinen die Flecken mit dunkelgrüner Farbe durch, während die übrige Blattfläche undurchsichtig ist. Die zu jener Zeit noch nicht blühenden Gescheine waren ebenfalls erkrankt; manche Blütenstielchen und viele der noch geschlossenen Blüten, besassen eine schwarzgrüne Farbe und fielen schon bei ganz leiser Berührung ab. Das Abrieseln war mitunter so stark, dass nur noch die leeren Kämme stehen blieben.

Die stark erkrankten Blätter fielen ebenfalls ab und die Reben erlitten auch dadurch empfindlichen Schaden.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die kranken Stellen der Blätter und der Gescheine von einer schleimigen Bakterienmasse völlig durchtränkt waren. Die einzelnen Mikroben, kurze dicke Stäbchen von 0,7 bis 0,9 μ Länge und 0,5 bis 0,6 μ Breite waren meistens zu zweien mit einander verbunden und lagen ausserdem in dem Schleime in neben einander liegenden Reihen beisammen. Der ganze Bakterienschleim füllte die Atemhöhlen und Zellzwischenräume des Schwammparenchymes derart aus, dass stellenweise unter der Oberhaut der Blattunterseite ein ganzes Schleimlager zustande kam. Soweit der Bakterienschleim im Innern des Gewebes sich erkennen liess, waren die Zellen abgestorben, grünbraun gefärbt und etwas geschrumpft. Das ganze mikroskopische Bild spricht unzweifelhaft dafür. dass die Bakterien als Ursache der Krankheit anzusehen sind. Die schleimige Beschaffenheit der Bakterienmasse hat vielleicht insofern eine biologische Bedeutung, als

die Zähigkeit des Schleimes den sich massenhaft vermehrenden Bakterien den nötigen Rückhalt gibt zum Eindringen in das Blattgewebe.

Die Tatsache, dass die Krankheit von Juni an im Weinberge sich nicht weiter verbreitete, auch an den befallenen Reben selbst keine weitere Fortschritte machte, und dass sie sich im Jahre 1903 gar nicht zeigte, deutet darauf hin, dass das Gedeihen der Bakterien oder die Ansteckung der Reben nur unter gewissen Bedingungen stattfinden kann. Die Witterung im Monat Mai des Jahres 1902 war eine durchaus abnorme. Mehrere Wochen lang fehlte der Sonnenschein vollständig; die Reben blieben im Wachstum zurück, ihre Blätter besassen eine gelbgrüne Farbe, eine zarte Oberhaut und wurden fortgesetzt durch fast ununterbrochene Regenschauer nass gehalten. Die befallenen Weinberge waren ausserdem jung und zeichneten sich durch ungemein dichtes, üppiges Laubwerk aus. Es scheint, dass nur unter diesen Umständen die Erkrankung eintreten konnte; sobald sonnige Tage sich einstellten, die Blätter trockneten und erstarkten, war entweder die Disposition zur Erkrankung seitens der Reben nicht mehr vorhanden, oder die Ansteckung durch die Bakterien unmöglich geworden. Darauf ist es wohl auch zurückzuführen, dass die zahlreichen und in verschiedener Weise ausgeführten Infektionsversuche an Reben im Freien, nicht gelangen.

Erwähnenswert ist, dass die ganze gleiche Krankheitserscheinung auch an einem Nussbaum beobachtet wurde; es handelt sich also offenbar um einen Krankheitserreger, der unter geeigneten Umständen an verschiedenen Gewächsen auftreten kann. Der Schaden durch Zerstören der Gescheine und eines grösseren Teiles der Blätter war an den befallenen Reben ein bedeutender. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Krankheit häufiger auftritt und bis jetzt übersehen oder mit einer anderen Blattkrankheit, z. B. dem schwarzen Brenner, verwechselt wurde. Vielleicht ist darauf ein bis jetzt, soviel mir bekannt, nicht näher untersuchtes Abfallen der Rebenblüten zurückzuführen, welches von den Winzern als Abwachsen der Gescheine bezeichnet wird.

2. Bekanntlich pflegen manche schädlichen Insekten periodisch zu erscheinen, während einiger Jahre in ungeheurer Zahl und geradezu verheerend aufzutreten, um dann ebenso rasch wieder zu verschwinden. Das trifft wenigstens in den deutschen Weinbaugegenden auch für den Springwurm zu. Als Ursache seines Verschwindens sind längst verschiedene natürliche Feinde bekannt geworden, worunter Schlupfwespen und Raupenfliegen die Hauptrolle spielen. Diese natürlichen Helfer im Kampfe gegen das Ungeziefer uns dienstbar zu machen, sie künstlich zu vermehren und zu geeigneter Zeit in Tätigkeit zu setzen, ist bis jetzt nicht gelungen bezw. nicht versucht worden. Im Laufe des verflossenen

Sommers konnte Referent durch Untersuchung vieler hunderter von Springwürmern aus verschiedenen Gegenden den Nachweis leisten, dass in einzelnen Gemarkungen die Springwurmraupen bis zu 90 % von Larven verschiedener Raupenfliegenarten und Ichneumoniden besiedelt waren, während an anderen Orten diese günstige Erscheinung gar nicht oder nur in 1—2 % der Raupen zu beobachten war. Ein massenhaftes Auftreten von Raupenfliegen (Tachina) war namentlich dort zu beobachten, wo neben Weinbau auch ausgedehnter Obstbau getrieben wird, wo also eine gröſsere Mannigfaltigkeit der Kulturpflanzen ein stetes Vorkommen von Insektenlarven verschiedener Art und damit eine ununterbrochene Fortpflanzungsmöglichkeit der Raupenfliegen gewährleistet. Es wurde nun der Versuch gemacht, durch Aussetzen erkrankter Springwürmer die nützlichen Raupenfliegen auch in anderen Gemarkungen anzusiedeln. Die Versuchsresultate können selbstverständlich erst im nächsten Jahre kontrolliert werden, indessen ist eine Erfahrung bereits zu verzeichnen, die bei weiterer Anstellung derartiger Versuche berücksichtigt werden muss und daher jetzt schon der Erwähnung verdient: Die Springwurmraupen und die sie bewohnenden Tachina-Maden stehen gegenseitig in einem gewissen Ernährungsverhältnis, welches nicht gestört werden darf. Die Maden zehren zunächst bloss von dem reichlichen Fettlager unter der Haut ihrer Wirte und lassen die Organe derselben unberührt. Erst, wenn sie annähernd ausgewachsen sind, greifen sie auch andere Teile des Springwurmes an und führen dessen Tod herbei. Durch das Sammeln, Aufbewahren und Versenden wurden die Springwürmer ein bis mehrere Tage an Nahrungsaufnahme gehindert, die vorhandenen Fettvorräte werden durch die eigne Atmung und die Gefrässigkeit der Parasiten zu rasch aufgezehrt und die letzteren sind genötigt, vor ihrer völligen Entwickelung andere Organe der Raupen anzugreifen. Die Springwürmer starben infolgedessen ab, bevor die Maden zur Verpuppung reif sind. Derartige Tachinabrut ist dann zur weiteren Entwickelung unfähig und kann für erwähnte Versuche nicht verwendet werden. Man muss also dafür Sorge tragen, dass die kranken Springwürmer, die ausgesetzt werden sollen, sich in vollkommen normalem Ernährungszustande befinden.

Die beiden Referate waren von Vorweisungen begleitet.

„Über die Einwirkung der Bordeauxbrühe auf die Rebblätter“ referierte R. Schander-Geisenheim:

Seit Rumm 1893 auf den Einfluss, welchen die Bordeauxbrühe auf die Blätter ausübt, hingewiesen hat, ist die Lösung dieser Frage ein

für Pflanzenphysiologen und Pathologen gleich wichtiges Problem geworden. In den Sommern 1902 und 1903 habe ich im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Stahl in Jena ebenfalls über diesen Gegenstand gearbeitet und hoffe, durch meine Resultate ein wenig zur Lösung dieser Streitfrage beitragen zu können. Das Studium der zahlreichen einschlägigen Literatur ergab, dass man bisher drei sehr verschiedene Einwirkungen der Bordeauxbrühe auf das Blatt konstatieren konnte. 1. Die Tätigkeit des Blattes wird angeregt. Das Blatt erscheint dunkelgrün. Die Assimilationstätigkeit ist eine grössere als die unbespritzter Blätter. In vielen Fällen ist auch die Lebenstätigkeit der Blätter eine längere, d. h. die Blätter bleiben im Herbst länger an der Pflanze. 2. Die Tätigkeit des Blattes wird verringert. Die Blätter werden nicht dunkelgrün, die Stärkebildung ist geringer als bei nicht bespritzten Pflanzen. 3. Teile der bespritzten Blätter werden abgetötet.

Für unsere Betrachtung sind zunächst nur die unter 1 und 2 genannten Beobachtungen von Interesse. Die Erklärungen, welche bisher für diese Erscheinungen gegeben wurden, gehen sehr weit auseinander, so dass fast jeder Autor eine andere Ursache angegeben hat. Unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Stahl prüfte ich zunächst die vorliegenden Hypothesen, kam aber zu dem Ergebnis, dass keine der aufgestellten Thesen genüge, die Einwirkung der B.B. auf die Blätter zu erklären. Die Einzelheiten dieser Studien kann ich der beschränkten Zeit halber hier nicht angeben. Versuche, welche ich im Sommer 1902 an Topfpflanzen und in grösseren Freilandquartieren an Reben, Bohnen und Kartoffeln anstellte, ergaben fast ausnahmslos eine Verringerung der Lebenstätigkeit des Blattes: nur bei wenigen während der einzelnen heissen Tage im Juli angestellten Versuchen schien die Bespritzung eine Vergrösserung der Assimilationstätigkeit hervorzurufen. Das Studium der Literatur zeigte denn auch, dass es auch früheren Beobachtern nicht gelungen war, die begünstigende Wirkung der Bespritzung beliebig hervorzurufen. Besonders fiel mir auf, dass die begünstigende Wirkung besonders in trockenen heissen Sommern beobachtet worden war, während in kalten nassen Jahren und im Frühjahre stets ein hemmender Einfluss konstatiert worden war. Mir schien es so ausser allem Zweifel, dass der Beeinflussung des Sonnenlichtes durch den Belag eine grössere Bedeutung beizumessen sei, als es bisher geschehen war. Bestärkt wurde ich in meinen Vermutungen durch die Resultate Marcks und Zweiflers. Der erstere konnte mit 4 %igen Brühen eine Begünstigung hervorrufen, während 6 und 8 %ige Brühen eine Verringerung der Stärkeproduktion bewirkten. Zweiflers Versuche zeigten, dass die Grösse der physiologischen Wirkung mit der Stärke der Brühe abnahm und bei Verwen-

dung von 1—2$^0/_0$ igen Brühen überhaupt keine Wirkung mehr zu verzeichnen war.

Diese Tatsachen erklären die ungünstigen Erfolge meiner Versuche im Sommer 1902 und zeigten mir den Weg, den ich bei weiterer Versuchsanstellung einzuschlagen hatte. Der heurige Sommer war für derartige Versuche und Beobachtungen, wenigstens von Anfang Juni bis Anfang Juli ausserordentlich günstig. Es herrschte trockenes heisses Wetter mit intensiver Besonnung.

Die angestellten Versuche ergaben ausnahmslos, dass meine Vermutungen richtig gewesen waren. Beschattungen von Blatthälften, gleichgültig ob durch dünnes Papier, Bordeauxbrühe, Kalkbrühe, Strassenstaub etc. hervorgerufen, bewirkten ein stärkeres Ergrünen derselben im Gegensatz zu den nicht beschatteten Hälften. Die zur rechten Zeit vorgenommene Stärkeprobe ergab in den beschatteten und ergrünten Blatthälften eine grössere Stärkemenge, als in den nicht beschatteten. Besonders beachtenswert erschien mir, dass die Stärkemehrproduktion immer erst nach 2—3 Tagen eintrat, wenn das Ergrünen konstant geworden war; 2. dass sich das Ergrünen und die Stärkemehrproduktion dann, wenn die Beschattung weggenommen worden war, bei sonnigem Wetter nach 2—3 Tagen, bei regnerischem Wetter aber 8—10 Tagen erhielt. Betreffs näherer Ausführungen muss ich auf meine Arbeit verweisen. Diese Resultate wurden durch viele Beobachtungen in der freien Natur unterstützt, z. B. zeigten die durch Strassenstaub vor dem intensiven Sonnenlichte geschützten Blätter der Sträucher und Kräuter an den Wegen ein fast blaugrünes Laub gegenüber von dem direkten Sonnenlichte ausgesetzten. Bei einem Kartoffelfelde konnten Übergänge von den bestaubten Randpflanzen zu den im Felde stehenden beobachtet werden. Die ersteren hatten blaugrünes Laub, ihre Blätter waren nicht zusammengerollt, sie zeigten sich im ganzen üppiger entwickelt, während die mehr im Innern des Feldes stehenden Stauden sich durch grüngelbe, typisch zusammengerollte Blätter auszeichneten. Chlorophyllauszüge von Blättern der Randpflanzen waren dunkler als die von Mittenpflanzen.

Bei eintretendem Regenwetter verwischten sich die Unterschiede erst allmählich nach 8 Tagen.

Es unterliegt also wohl keinem Zweifel, dass der Beschattung, welche der Belag ausübt, eine grosse Bedeutung beizumessen ist. Nur auf diese Weise lässt sich die verschiedene Wirkung des Belages der B. B. erklären.

Wichtig erscheint mir auch der Einfluss, welchen die Bespritzung auf die Transpiration ausübt. Meine Versuche bestätigen entgegen den

Angaben von Frank und Krüger, die Resultate Rumm's, Müller-Thurgau's und Goethe's, nach welchen eine Verringerung der Transpiration eintritt. Eine solche Wasserökonomie ist geeignet, ein Blatt die heisse trockene Jahreszeit besser überstehen zu lassen und wird auch die Lebenstätigkeit desselben im Herbste verlängern. Es ist dieselbe Erscheinung, welche bedingt, dass die Blätter in regenreichen Jahren wie 1902 bis zum Eintritt des Frostes frisch und grün an der Pflanze verbleiben.

Mit dem Resultate dieser Untersuchungen fällt auch die Annahme, dass die Wirkung der B. B. als Fungizid zum Teil auf der günstigen Beeinflussung des Blattes beruhe. Schon im Sommer 1902, also bevor ähnliche amerikanische Beobachtungen bekannt wurden, war es uns gelungen, bei Pilzen sowohl als bei Algen, Ausscheidungen festzustellen, welche wohl imstande sind, das Kupferhydroxyd aufzulösen. Die günstige fungizide Wirkung der B. B. wird also darin begründet sein, dass der Belag der B. B. das Blatt mit einem feinen, festhaftenden Überzug überzieht. Die keimende Spore löst sich nun das zu ihrer Abtötung notwendige Kupferhydroxyd selbst auf. Die zuerst von Sorauer und Aderhold gemachte Beobachtung, dass Sporen in der Abtropfflüssigkeit bespritzter Blätter, ja zwischen grösseren Spritztropfen keimen können, findet dadurch die beste Erklärung. Meine Versuche über die fungizide Wirkung der B. B. sind jedoch noch nicht abgeschlossen, da ich sie wegen meiner Studien über die Wirkung der B. B. auf die Blätter, welche ich in kürzester Zeit veröffentlichen zu können hoffe, zurückstellen musste.

Zum Schlusse machte O. Appel-Berlin noch Mitteilung von seinen neuesten Untersuchungen über die Überwinterungsform des Oïdium Tuckeri, die er in den Haustorien des Pilzes gefunden hat. Nähere Angaben werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Schluss der Sitzung 7 Uhr abends.

Beitrag zur Kenntnis der abnormen Gärung des Moscato d'Asti spumante.

Von **Richard Meissner.**

(Arbeiten der Kgl. Württ. Weinbau-Versuchsanstalt in Weinsberg.)

Einleitung.

Der Moscato d'Asti spumante wird aus dem Safte der Muskattrauben gewonnen, die in Piemont nur in einer begrenzten Zone, der „Zona del Moscato“, am prächtigsten gedeihen. Am häufigsten kommt der Wein unter dem Namen „Asti spumante“ in den Handel, obwohl gerade bei der Gärtnerstadt Asti die Kultur der Muskatreben sehr zurücktritt. Die für das Gedeihen dieser Rebensorte günstigsten Lagen sind vielmehr bei Santo Stefano Belbo, Canelli, Strevi, Castiglione Tinella u. s. w. zu finden. Dort wachsen die Reben vorherrschend in einem weissen, kalkhaltigen oder mergeligen Tufsteinboden und liefern hier die besten, zucker- und bukettreichen Muskattrauben.

Um ein gutes Gärprodukt zu erhalten, achtet man sehr darauf, dass nur gesundes Lesegut zur Kelterung kommt. Die Trauben werden zunächst entbeert, zerquetscht, und dann die Maische sofort abgekeltert. Der gewonnene Saft wird hierauf in höher gelegene Behälter gepumpt und mit Gelatine (10 gr pro ho) versetzt. Diese Schönung hat den Zweck, einmal möglichst viele Gärungserreger, andererseits aber auch die den Most trübenden Bestandteile aus demselben zu entfernen. Dieser Zweck wird auch noch dadurch erreicht, dass man den mit Gelatine versetzten Most filtriert. Den vollständig klaren Traubensaft schlaucht man nun in schwach eingebrannte grosse Fässer, welche sich in einem Magazin zu ebener Erde befinden, und lässt ihn darin, ohne auf die Temperatur Rücksicht zu nehmen, etwa 14 Tage hindurch lagern. In dieser Zeit bildet sich in den Fässern ein Depot, das im wesentlichen aus Hefe besteht. Hiervon wird der Traubensaft durch Umfüllen in andere Fässer getrennt. Dieses Umfüllen geschieht im Laufe des Winters etwa 3—4 Mal.

Durch alle diese Manipulationen will man bewirken, dass die Gärung des Moscato möglichst hintangehalten wird, dass der Wein, wenn

er im Januar bis Mitte März zum Versandt kommt und auf Flaschen gezogen wird, noch viel Zucker unzersetzt enthält.

In Champagnerflaschen, die mit guten Korken verschlossen sind, während die Korke entweder mit eisernen Klammern versehen oder mit Bindfaden kreuzweis verbunden werden, macht dann der Wein eine Gärung durch, infolge deren der Stillwein zum Schaumwein, zum Moscato d'Asti spumante wird. Aber diese Gärung ist von derjenigen unserer einheimischen Traubensäfte wesentlich verschieden: sie verläuft ausserordentlich langsam und schleppend. Dreijähriger Asti spumante, der mir bei Fratelli Gancia in Canelli zur Probe vorgesetzt wurde, hatte immer noch einen ziemlich hohen Prozentsatz an Zucker, während der Alkoholgehalt nicht besonders hoch zu liegen schien.

Die Weinsberger Weinbau-Versuchsanstalt liess sich am 16. März 1903 zum Zwecke der nachfolgenden Untersuchungen ein Fässchen Muskat-Stillwein von der Firma Francesco Cinzano & Co. in Turin kommen. Das festverspundete Fass, in dem sich der Wein befand, hatte beim Öffnen nur sehr wenig Druck, ein Zeichen dafür, dass die Gärung des Moscato während des Transportes nur eine äusserst geringe gewesen war. Beim Eintreffen des Weines wurde dessen Temperatur festgestellt: sie betrug + 6° Cels. Der Wein war durchscheinend hell, von blasser Farbe, zeigte im Geruch ausgesprochenes Muskateller-Bukett, war süss und sauber im Geschmack. Die sofort angestellte chemische Untersuchung ergab in 100 cc bei 15° Cels. folgende Bestandteile des Moscato:

Alkohol	3,29	g
Extrakt	16,68	„
Asche	0,1614	„
Gesamtsäuren . . .	0,638	„
Flüchtige Säuren .	0,073	„
Zucker	14,29	„
Glycerin	0,0728	„

Das Öchsle-Gewicht des filtrierten Moscato betrug bei 15° Cels. noch 62,1°.

Diese chemische Untersuchung lässt erkennen, dass sich der Moscato-Traubensaft seit der Lese (Oktober 1902) bis zum Versandt (März 1903) verhältnismässig wenig chemisch verändert hat, namentlich im Vergleich mit unseren Württembergischen Weinen, die längst vergoren, zu dieser Zeit längst den ersten, zum Teil schon den zweiten Abstich erhalten haben. Berechnet man den Alkoholgehalt auf Öchsle-Grade um, so hätte der Moscato zur Zeit der Lese etwa 95° Öchsle gewogen; unsere 1902er Württembergischen Traubensäfte schwankten in den Öchsle-Graden etwa zwischen 65—76°. Es ist nun zwar bekannt, dass je

mehr Öchsle-Grade ein Natur-Traubensaft enthält, desto langsamer auch die Gärung desselben verläuft. Allein die Unterschiede in den Öchsle-Graden zwischen Moscato und Württembergischen Traubensäften sind doch nicht so grosse, dass aus ihnen die äusserst schleppende Gärung des Moscato von Oktober bis März zu erklären wäre. Wir haben 1901er Weinsberger Traubensäfte mit 95° Öchsle in der Kgl. Weinbauschule Weinsberg erhalten, und doch war die Gärung derselben bereits vor März 1902 vollständig beendet.

Man könnte meinen, dass die niedrige Temperatur, bei welcher der Moscato während der Wintermonate gelagert wird, als Ursache für die abnorme, langsame Gärung anzusehen wäre. Sicherlich hat die niedere Temperatur einen grossen Einfluss auf den Gärverlauf des Moscato. Indessen ist auch sie, wie später auseinander gesetzt werden wird, nicht allein für die geringe Bildung von Alkohol in besagtem Weine verantwortlich zu machen. Aus der Anweisung zur Behandlung des „Asti-Muskat-Schaumweines“ (Moscato d'Asti spumante), welche von der Firma Cinzano gegeben wird, scheint hervorzugehen, dass man die niedrige Temperatur allein für die Verzögerung der Gärung im Moscato während der Wintermonate verantwortlich macht. Die Anweisung besagt: „Sobald der Wein die Wärme spürt, so entwickelt sich die natürliche Gärung.“

Gärungshemmende Momente lassen sich von vornherein aber auch in der sofort nach der Kelterung vorgenommenen Schönung und Filtration, in dem Überfüllen des geklärten Traubensaftes in schwach geschwefelte Fässer, in dem mehrfachen Umfüllen der Traubensäfte und eventuell in dem gelegentlichen Zusatz von 15—20 g Calciumbisulfit zum Hekto Traubensaft finden.

Die Literatur enthält über die Gärung des Moscato d'Asti spumante nur spärliche Angaben. Babo und Mach sagen in ihrem Werke „Weinbau und Kellerwirtschaft“, II. Teil S. 148: „Aus ihm (dem weissen Malvasia) werden zum grossen Teil die bekannten moussierenden Muskatweine von Asti erzeugt.“ Bersch*) gibt an: „Die sogenannten spumanti Schaumweine, welche besonders in Italien beliebt sind, bestehen aus jungen Weinen, die mit Sorgfalt in Flaschen gefüllt werden und ganz schwach schäumen — daher mit dem eigentlichen Schaumwein nicht in eine Kategorie gestellt werden dürfen.“ Diese Ansicht von Bersch kann heute nicht mehr gelten, denn man verarbeitet z. B. bei Fratelli Gancia in Canelli den Muskatwein genau nach der französischen Schaumwein-Bereitungsmethode und erzielt ganz vorzügliche, stark schäumende Produkte, wie ich mich selbst überzeugen konnte.

*) Bersch, Der Wein und sein Wesen. II. Teil. Wien 1879, S. 241.

Ausführlicher haben sich A. Strucchi und M. Zecchini*) mit dem Moscato di Canelli (i. e. Moscato d'Asti spumante) beschäftigt. Sie beschreiben in ihrem Buche ausführlich die verschiedenen Arten des Moscato, die Gegend, in welcher er wächst, ihre Ausdehnung und geologischen Verhältnisse, Kultur der Muskatreben und die Behandlung des Muskatweines von der Lese bis zum Genuss. In einem Kapitel beschäftigen sich die Autoren dann auch mit den Ursachen der langsamen, abnormen Gärung. In der Übersetzung, die mir in gütiger Weise Herr Otto Schwab in Stuttgart angefertigt hat, heisst es an der betreffenden Stelle:**)

„Aus vorstehenden Berechnungen sollte man also erwarten, dass beim Moscato di Canelli der Druck in den Flaschen sehr gross sein müsste und sogar dermassen gross, dass allgemeine Bruchgefahr hervorgerufen wird. . . . . Wie ist es nun zu erklären, dass in unserem Falle, d. h. beim Moscato di Canelli ganz das Gegenteil eintritt, und bei richtigem Vorgehen die Bruchgefahr doch beschränkt bleibt und nicht viel grösser ist, als bei anderen Schaumweinen?

„Der Grund hierfür ist nach unserer Meinung darin zu suchen, dass die sich entwickelnde Kohlensäure nach Erreichung eines gewissen Druckgrades von selbst als energischer antiseptischer und antifermentativer Stoff wirkt; indem sie auf diese Weise das Fortschreiten der Gärung verhindert, kommt es, dass ein guter Teil des Zuckers unzersetzt bleibt, und dass man demzufolge einen viel geringeren Druck zu verzeichnen hat, als wenn sich der gesamte Zucker zersetzt.

„Wir können tatsächlich den Moscato di Canelli mit beträchtlicher Menge Zucker auf Flaschen füllen und seine Bearbeitung nach dem System der Champagne bewerkstelligen, ohne dass sich der Zucker vollständig zersetzt; ja, die im vorliegenden Buche angegebenen Analysen des Weines beweisen sogar, dass in diesem Falle mehr als die Hälfte und manchmal $^2/_3$ des Zuckers unzersetzt bleibt. Dessenungeachtet kann man beobachten, dass die Gärung in der Tat aufgehört hat, ohne welchen Umstand das Degorgement und alle anderen notwendigen Manipulationen nicht möglich wären. Die antifermentative Wirkung der Kohlensäure ist in gewissem Grade der Hauptgrund hierfür und nach unserem Dafürhalten wirkt dieselbe mehr ein als die Verminderung des Druckes und der Gasverlust, welche durch Aufrechtstellen der Flaschen zu erzielen sind . . . .

*) A. Strucchi und M. Zecchini, Il Moscato di Canelli. Torino, Unione Tipografico-Editrice, 1895.

**) l. c. S. 122 und 128.

„Nicht unbemerkt wollen wir jedoch lassen, dass, wenn man „rohen“ Moscato in Flaschen füllen und solche fest verkorkt horizontal legen wollte, der Bruch sämtlicher Flaschen zu erwarten wäre, da nur gut geklärte Weine dies zulassen und dann nach der Art anderer Schaumweine behandelt werden können.

„Dies hängt nach unserer Ansicht davon ab, dass nur bei gut geklärten und wiederholt filtrierten Weinen die Hefen genügend verdünnt sind (sufficiente attenuazione dei fermenti), um die Gärung und folglich die Entwickelung der Kohlensäure so langsam vor sich gehen zu lassen, dass der Wein dieselbe in sich aufnehmen kann und jenen Grad von Sättigung resp. Druck erreicht, welcher ohne Bruchgefahr zur Verhinderung einer successiv stärkeren Gärung dienen kann. In allen anderen Fällen, d. h. wenn der Wein nicht gut geklärt ist, oder wenn vielleicht schlechte Temperaturverhältnisse mitspielen, geht die Gärung rasch vor sich, die Sättigung geschieht ungenügend und durch die stürmische Entwickelung der Gase kommen häufige Brüche der Flaschen vor.

„Unsere Auffassung ist also die: . . . Wenn der Zuckergehalt des Weines genügend hoch ist, um einen guten Druck und gutes Schäumen zu erzeugen, kommt es nicht darauf an, ob Überfluss daran vorhanden ist. Denn wenn die technischen Verhältnisse der Weine und der Keller derartige sind, dass eine langsame und regelmässige Gärung gesichert ist, wird die Kohlensäure ihrerseits dazu dienen, den Gärprozess zu hemmen, resp. auf das richtige Mass zu beschränken. Bei der natürlichen Bereitungsmethode beachte man, dass die Klärung der Weine und die Temperatur der Keller die zwei Faktoren sind, auf denen das Geheimnis des guten Gelingens des Moscato di Canelli beruht.“

Nach der Auffassung der beiden Autoren soll also neben der guten Klärung der Weine und der niedrigen Temperatur, bei welcher die Weine lagern, auch die Kohlensäure ein energischer antiseptischer und antifermentativer Stoff sein, welcher die abnorme langsame Gärung des Moscato d'Asti spumante bewirkt. Diese letztere Auffassung scheint mir aber von vornherein unhaltbar zu sein. Denn bei der Flaschengärung unserer einheimischen Schaumweine entsteht ja in demselben Masse Kohlensäure und Druck in den Flaschen wie bei der Flaschengärung des Moscato d'Asti spumante. Und doch wird bei ersteren der gesamte Zucker, welcher den Weinen vor der Flaschenfüllung zugegeben wird, vollständig und ganz regelmässig vergoren. Es kann demnach für die langsame Gärung des Moscato die von Strucchi und Zecchini genannte Ursache (Kohlensäure als Antisepticum) nicht in Betracht kommen.

Gleichfalls kann ich mich von vornherein nicht der Ansicht der beiden Autoren anschliessen, dass trotz des im Moscato vorhandenen Zuckers „die Gärung in demselben in der Tat aufgehört hat“. Dagegen sprechen die praktischen Erfahrungen, dass man, wenn man einen Moscato d'Asti spumante nach etwa 3 Jahren degorgiert, nach etwa zwei weiteren Jahren ein zweites Degorgement vornehmen muss, weil sich eben wieder Hefe und damit ein Depot in den Flaschen gebildet hat. Es geht tatsächlich die Gärung weiter, allerdings äusserst langsam.

Um einen Beitrag zur Kenntnis der abnormen Gärung des Moscato d'Asti spumante zu liefern, den man vielfach als Stillwein in Deutschland und speziell auch in Württemberg einführt, um ihn hier als Schaumwein (spumante) weiter zu verarbeiten, wurden folgende Fragen gestellt:

1. Welches ist der Gärverlauf des Moscato d'Asti bei günstigen Temperaturen (22—28 ° C.)?
2. Wie gärt der Moscato d'Asti bei niederen Temperaturen (8 bis 9 ° C.)?
3. Welches sind die Ursachen der abnormen Gärung des Weines?
4. Welche praktischen Forderungen ergeben sich aus den Untersuchungen?

Bevor ich über die erzielten Resultate Bericht erstatte, ist es mir eine angenehme Pflicht, dem Kgl. Württ. Ministerium des Kirchen- und Schulwesens, sowie der Kgl. Württ. Zentralstelle für die Landwirtschaft, die mir zur Ausführung einer Instruktionsreise nach Asti und Canelli einen Staatsbeitrag genehmigten, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich herzlich den Herren Fratelli Gancia in Canelli, die mir in liebenswürdigster Weise gestatteten, ihr grossartiges Etablissement zu besichtigen, ferner dem Herrn Professor Ravici, den Herren Ravizza und Rabiolo in Asti, den Herren Gillio, Bachmann, Gallese, Poggio und Torielli Carlo in Canelli, den Herren Francesco Cinzano & Co. in Turin für die freundliche Bereitwilligkeit zur Unterstützung meiner Arbeit, die sie mir während und nach meiner Instruktionsreise zuteil werden liessen.

I.

Der Gärverlauf des Moscato d'Asti bei günstigen Temperaturen.

Soviel mir bekannt ist, liegen exakte Beobachtungen über den Gärverlauf des Moscato d'Asti bis jetzt nicht vor. Strucchi und Zecchini gaben zwar die chemischen Untersuchungen zahlreicher Asti-Weine aus verschiedenen Jahrgängen an,*) beschränken sich aber darauf und gehen weder auf die biologischen Verhältnisse der Gärungserreger, noch auf die Beziehungen des Muskatweines zu den in denselben befindlichen Organismen ein. Wie auf Seite 100 bereits angegeben wurde, sprechen die beiden Autoren die Ansicht aus, dass, wenn schlechte Temperaturverhältnisse mitspielen, will sagen, wenn der Moscato bei hoher Temperatur gärt, die Gärung rasch vor sich geht. Nähere Untersuchungen der Frage haben sie aber nicht ausgeführt.

Um zu erfahren, wie sich der Gärverlauf des Moscato d'Asti bei günstigen Temperaturen (22—28 ° C.) gestaltet, wurde folgender Versuch angestellt:

Versuch 1.

Am 16. März 1903 werden je 400 ccm Asti-Wein in 2 Gärflaschen mit etwa je 650 ccm Inhalt gegeben, der Wein wird nicht sterilisiert. Die Gärflaschen werden mit sterilen Wortmann'schen Gärspunden verschlossen, die Korke der Gärspunden mit Flaschenwachs von Maltz & Beyer (Zerbst i. Anh.) luftdicht verschlossen. In die Gärspunde wird als Absperrflüssigkeit verdünnte Schwefelsäure (1 : 4) gegeben. Die Flaschen werden anfangs täglich, später nach längeren Zwischenräumen gewogen. Sie werden in ein Zimmer gestellt, dessen Temperatur zwischen 22—28 ° C. schwankt.

Die Resultate der Wägungen finden sich in nachfolgender Tabelle I aufgezeichnet. Da indessen beide Versuchsflaschen fast dieselben Abnahmen in gleichen Zeiten zeigen, werden die täglichen und die Gesamtgewichtsabnahmen nur einer Flasche angegeben.

*) l. c. S. 142 u. ff.

Tabelle I.

Tägliche und Gesamt-Gewichtsabnahmen der Flasche, die mit 400 cc nicht sterilisiertem Asti-Wein beschickt und günstiger Temperatur ausgesetzt ist.

Datum	Flasche 2 Asti-Wein, nicht sterilisiert Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Temperatur Grad Celsius
17. März 1903	—	—	22—23
18. „	—	—	20,5—24
19. „	0,10	0,10	23
20. „	0,05	0,15	20—26
21. „	0,10	0,25	22—25
22. „	0,10	0,35	21—25
23. „	0,10	0,45	20—25
24. „	0,11	0,56	25
25. „	0,11	0,67	23—27
26. „	0,15	0,82	22—27
27. „	0,13	0,95	22—27
28. „	0,11	1,06	22—26
29. „	0,12	1,18	21—26
30. „	0,16	1,34	20,5—26,5
31. „	0,11	1,45	22—26
1. April 1903	0,13	1,58	22—26,5
2. „	0,12	1,70	20—27
3. „	0,09	1,79	21,2—26,8
4. „	0,18	1,97	24—27
5. „	0,21	2,18	24,5—28
6. „	0,08	2,26	24
7. „	0,07	2,33	20—26
8. „	0,18	2,51	23,5—26,5
9. „	0,17	2,68	20,5—27
10. „	0,06	2,74	21—26
11. „	0,16	2,90	22,5—27
12. „	0,12	3,02	24—27
13. „	0,10	3,12	22,5—26
14. „	0,19	3,31	22—27
15. „	0,10	3,41	24,5—28
16. „	0,15	3,56	22—28
17. „	0,12	3,68	24,8—27,2
18. „	—	—	—
19. „	0,27	3,95	22,5—27,5
20. „	0,12	4,07	22—27,5
21. „	0,13	4,20	24—27,5

Datum	Flasche 2 Asti-Wein nicht sterilisiert		Temperatur
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Grad Celsius
22. April 1903	0,15	4,35	23—28
23. „	0,11	4,46	22—27,5
24. „	0,10	4,56	23,5—27,2
25. „	0,09	4,65	21—27
26. „	0,10	4,75	22,5—28
27. „	0,11	4,86	22,5—28
28. „	0,12	4,98	24

Die Tabelle I ergibt als Resultat, dass der Moscato d'Asti in nicht sterilisiertem Zustande auch bei äusserst günstiger Gärtemperatur nicht in eine normale, sondern in eine abnorme, sehr langsame Gärung gerät, die auch im späteren Verlauf diese Abnormität zeigt. Diese Gärung erinnert zunächst sehr an die alkoholischen Gärungen, die verschiedene der von Wortmann aus alten Flaschenweinen reingezüchteten und physiologisch untersuchten Organismen in Traubensaft erzeugten.*) Wortmann fand bekanntlich, dass die 5 alten, von ihm zum Versuche herangezogenen Heferassen (1861er Steinberg 3, 1861er Steinberg 4, 1862er Marcobrunnen I, II und III) „in bezug auf Kohlensäureproduktion ziemlich miteinander übereinstimmen; denn dieselbe beginnt allgemein langsam, steigt allmählich zu einer nur geringen Höhe an, um dann in sehr langsamem Tempo wieder zu fallen." Die Gesamtmenge der gebildeten Kohlensäure war bei den alten Hefen annähernd gleich, aber gering zu der von einer normal gärenden Heferasse (Steinberg 1893) gelieferten.

Die Moscato d'Asti-Gärung erinnert noch mehr an eine Apiculatus-Gärung. Müller-Thurgau**) hat angegeben, dass der von ihm verwendete Apiculatus in 1 Ltr. Traubensaft innerhalb 60 Tagen 13,6 g Kohlensäure produzierte, d. h. pro 400 ccm 5,4 g. In 400 ccm Moscato d'Asti wurden innerhalb 43 Tagen 4,98 g Kohlensäure gebildet.

*) Wortmann, Vorkommen und Wirkung lebender Organismen in fertigen Weinen und ihre Bedeutung für die Praxis der Weinbereitung. Paul Parey, Berlin, 1898, S. 79 u. a.

**) Müller-Thurgau, Einfluss „der zugespitzten Hefe (S. apiculatus) auf die Gärung der Obst- und Traubenweine. Weinbau und Weinhandel, 1899, S. 389.

Auch die von mir beobachtete Gärung, die in einem Traubensaft von 2 Arenga-Hefen*) bewirkt wird, ebenso die Gärung, welche durch 3 Saccharomyces anomalus-Rassen**) in Traubensaft hervorgerufen wird, haben Ähnlichkeit mit der Gärung des Moscato d'Asti. Allein die Gärung des letzteren ist noch viel schwächer als die eben genannten Gärungen. Sie ist auch schwächer als die Gärung, welche durch eine Hefeart erzeugt wird, die aus getrockneten schwedischen Heidelbeeren gezüchtet wurde und über die ich demnächst berichten werde.

Die Gärung des Moscato d'Asti beginnt langsam, sie erhebt sich nicht über 0,21 g täglicher Kohlensäureproduktion (am 5. April, 20 Tage nach Beginn des Versuches), bewegt sich längere Zeit auf nahezu derselben Höhe, um schliesslich allmählich schwächer und schwächer zu werden.

Aus diesem Versuche geht also unzweifelhaft hervor, dass selbst bei günstigen Temperaturen der Moscato d'Asti nicht, wie Strucchi und Zecchini behaupten (vergl. S. 100), in eine rasche Gärung übergeht.

II.

Wie gärt der Moscato d'Asti bei niedriger Temperatur?

Um in dieser Hinsicht ein klares Bild über den Gärverlauf des Moscato d'Asti bei niedrigen Temperaturen zu erhalten, wurde folgender Versuch angestellt:

Versuch 2.

Je 400 ccm Asti-Wein wurden am 16. März 1903 in nicht sterilisiertem Zustande in 2 Gärflaschen von etwa 650 ccm Inhalt gefüllt und die Gärflaschen wie bei Versuch 1 verschlossen. Die Flaschen wurden in den Anstaltskeller gestellt, der eine Temperatur zeigte, die während der Versuchsdauer zwischen 8 und 9 ° C. schwankte. Die Flaschen wurden anfangs ebenfalls täglich, später in grösseren Zwischenräumen gewogen. In der Tabelle II sind die Ergebnisse der Wägungen zusammengestellt.

Auch bei diesem Versuche zeigten beide Flaschen eine annähernd gleiche Gewichtsabnahme in gleichen Zeiten, so dass nur die Gewichtsabnahme einer Flasche angegeben zu werden braucht.

*) Meissner, Studien über das Zähewerden von Most und Wein, Landw. Jahrbücher, XXVII, 1898, S. 738.

**) Meissner, Zur Morphologie und Physiologie der Kahmhefen, I. Teil, Landw. Jahrbücher, XXX, 1901, S. 569.

Tabelle II.

Tägliche und Gesamt-Gewichtsabnahmen der Flasche, die mit 400 cc nicht sterilisiertem Asti-Wein beschickt und einer Temperatur von 8—9 Grad Celsius ausgesetzt ist.

Datum	Flasche 8 Asti-Wein, nicht sterilisiert		Temperatur
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Grad Celsius
16.—28. März 1903	—	—	8,5—9
29. „	0,01	0,01	9
30. „	0,03	0,04	9,5
31. „	0,03	0,07	9,5
1. April 1903	0,01	0,08	9,5
2. „	0,01	0,09	9,5
3. „	0,01	0,10	9
4. „	0,00	0,10	9
5. „	0,02	0,12	9
6. „	0,03	0,15	9
7. „	0,00	0,15	9
8. „	0,00	0.15	9
9. „	0,03	0,18	9
10. „	0,01	0,19	9
11. „	0,05	0,24	9
12. „	0,02	0,26	9
13. „	0,01	0,27	9
14. „	0,00	0.27	9
15. „	0,03	0,30	9
16. „	0,04	0,34	9
17. „	0,03	0,37	9
18. „	—	—	—
19. „	0,03	0,40	8
20. „	0,03	0,43	8,5
21. „	0,02	0,45	8,5
22. „	0,04	0,49	8,5
23. „	0,02	0,51	8,5
24. „	0,06	0,57	8,5
25. „	0,03	0,60	8,7
26. „	0,05	0,65	8,7
27. „	0,03	0,68	9
28. „	0,02	0,70	9

Wie nicht anders zu erwarten war, — und die gewonnenen Wägungsresultate bestätigen die Erwartung —, übte die niedere Temperatur einen grossen Einfluss auf die Gärung aus. Dieselbe verlief bei niedriger Temperatur viel langsamer als bei höherer Temperatur.

III.

Über die Ursachen der abnormen Gärung des Moscato d'Asti.

Da aus dem ersten der beiden vorausgehenden orientierenden Versuche hervorgeht, dass auch bei günstigen Temperaturen die Gärung des Moscato d'Asti nur eine schleppende, abnorme ist, so interessierte es aus mehreren Gründen, die Ursachen für diese Erscheinung aufzufinden. In dieser Hinsicht wurden zwei Fragen gestellt:

1. Sind etwa die Organismen des Asti-Weines nur schwache Erreger alkoholischer Gärung, wie die Wortmann'schen Organismen aus alten Flaschenweinen, wie Apiculatus, die Arengahefen oder Saccharomyces anomalus?
2. Oder liegt die Ursache der schwachen Gärung in der chemischen Zusammensetzung des Moscato-Traubensaftes selbst?

Um diese beiden Hauptfragen experimentell zu entscheiden, wurden drei Versuchsreihen gebildet:

a) Notorisch starke Erreger alkoholischer Gärung werden in den nicht sterilisierten, ursprünglichen Asti-Wein zu je 1 Öse gegeben;
b) mit denselben Rassen zu je 1 Öse wird 1902er Weinsberger Traubensaft geimpft.
c) Die Asti-Organismen werden in 1902er Weinsberger Traubensaft gegeben.

Hieraus ergiebt sich der Versuch 3.

Versuch 3.

1. Am 16. März 1903 wird in je 400 ccm ursprünglichen, nicht sterilisierten Asti-Wein je 1 Öse der Rassen Weinsberger- und Schwaigern Hefe geimpft. Die Weinsberger Hefe entstammt einer Reinkultur vom 9. März 1903, die Rasse Schwaigern einer solchen vom 3. März 1903. Beide Heferassen sind kräftig ernährt.

2. Am 18. März wird in je 400 ccm 1902er Weinsberger sterilen Traubensaft je 1 Öse Weinsberger und Schwaigern Reinhefe gegeben.

3. Am 19. März werden in je 400 ccm 1902er Weinsberger sterilen Traubensaft je 5 ccm, 10 ccm und 15 ccm Asti-Wein mittelst steriler Pipetten gegeben, während 400 ccm Asti-Wein ohne Hefezusatz als Kontrolle vergären.

Sämtliche Gärflaschen werden mit Wortmann'schen Gärspunden verschlossen; als Absperrflüssigkeit dient wieder verdünnte Schwefelsäure (1:4). Die Korke der Gärspunden werden mit Flaschenwachs luftdicht gemacht, und die Flaschen zunächst täglich nach Verlauf von 24 Stunden, später in grösseren Zeiträumen gewogen.

Die von den einzelnen Organismen im Verlauf von 24 Stunden gebildeten Kohlensäuremengen, sowie die Gesamtmengen der produzierten Kohlensäure in Grammen sind in der Tabelle III übersichtlich zusammengestellt. Die Temperatur, welcher die Versuchsflaschen ausgesetzt wurden, betrug 22—28° Cels.

Siehe Tabellen III 1, III 2, III 3.

Diese Tabelle III zeigt zunächst in III, 1, No. 5 und 10, dass auch starke Erreger der alkoholischen Gärung bei günstigen Temperaturen ebenfalls nur eine abnorme, schwache Gärung im Muskatwein erzeugen. Allerdings ist die Gärung, welche durch Weinsberger und Schwaigern Reinhefe im Muskatwein hervorgerufen wird, eine etwas stärkere als die Gärung, die im Asti-Wein ohne Hefezusatz erregt wird. Denn während innerhalb 43 Tagen im puren Asti-Wein nur eine Gesamtproduktion an Kohlensäure von 4,98 g zu konstatieren ist, zeigt die Versuchsreihe No. 5 5,71 g, die Versuchsreihe 10 5,48 g Kohlensäureproduktion in gleicher Zeit. Dass die Entwickelung der Schwaigern und Weinsberger Reinhefe trotz der günstigen Temperatur nur eine geringe ist, erkennt man auch an der verhältnismässig geringen Trübung des Moscato-Weines ohne weiteres.

Aus diesem Befunde lässt sich aber vermuten, dass die Ursache der schwachen Gärung in der Beschaffenheit des Muskatweines selbst liegt.

Diese Vermutung wird zur Gewissheit, wenn man das Verhalten der im Asti-Wein befindlichen Organismen im sterilen 1902er Weinsberger Traubensaft in Betracht zieht. Die Versuchsreihen 55—57 (Tabelle III, 3) weisen unzweideutig darauf hin, dass die im Asti-Wein vorhandenen Gärungserreger starke Gärungsorganismen sind, die, in normalen Traubensaft gebracht, eine ganz normale alkoholische Gärung hervorbringen. Sie vergären den Weinsberger Traubensaft wie die Schwaigern und Weinsberger Hefe in gleicher Zeit vollständig. Am 26. April wurden

Tabelle III.

Übersicht über die von den einzelnen Organismen während 24 Stunden produzierten Kohlensäuremengen, sowie die Gesamtmenge der Kohlensäure in Grammen.

III 1.

Datum	Flasche 5 Asti-Wein, nicht steril, + 1 Öse Schwaigern Hefe		Flasche 10 Asti-Wein, nicht steril, + 1 Öse Weinsberger Hefe	
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g
17. März 1903	—	—	—	—
18. „	0,03	0,03	—	—
19. „	0,09	0,12	0,10	0,10
20. „	0,05	0,17	0,10	0,20
21. „	0,06	0,23	0,10	0,30
22. „	0,10	0,33	0,08	0,38
23. „	0,10	0,43	0,10	0,48
24. „	0,10	0,53	0,10	0,58
25. „	0,10	0,63	0,12	0,70
26. „	0,13	0,76	0,15	0,85
27. „	0,14	0,90	0,15	1,00
28. „	0,14	1,04	0,12	1,12
29. „	0,11	1,15	0,08	1,20
30. „	0,16	1,31	0,15	1,35
31. „	0,14	1,45	0,20	1,55
1. April 1903	0,13	1,58	0,08	1,63
2. „	0,13	1,71	0,14	1,77
3. „	0,14	1,85	0,16	1,93
4. „	0,21	2,06	0,22	2,15
5. „	0,16	2,22	0,13	2,28
6. „	0,14	2,36	0,11	2,39
7. „	0,09	2,45	0,15	2,54
8. „	0,17	2,62	0,11	2,65
9. „	0,22	2,84	0,24	2,89
10. „	0,15	2,99	0,10	2,99
11. „	0,18	3,17	0,14	3,13
12. „	0,14	3,31	0,17	3,30
13. „	0,13	3,44	0,11	3,41
14. „	0,19	3,63	0,18	3,59
15. „	0,17	3,80	0,16	3,75
16. „	0,18	3,98	0,16	3,91
17. „	0,12	4,10	0,11	4,02
18. „	—	—	—	—
19. „	0,33	4,43	0,28	4,30
20. „	0,16	4,59	0,15	4,45
21. „	0,16	4,75	0,17	4,62
22. „	0,15	4,90	0,14	4,76
23. „	0,15	5,05	0,12	4,88
24. „	0,13	5,18	0,17	5,05
25. „	0,13	5,31	0,08	5,13
26. „	0,16	5,47	0,12	5,25
27. „	0,13	5,60	0,10	5,35
28. „	0,11	5,71	0,13	5,48

III 2.

Datum	Flasche 59 1902er steriler Traubensaft + 1 Öse Weinsberger Hefe Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Flasche 65 1902er steriler Traubensaft + 1 Öse Schwaigern Hefe Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g
19. März 1903	—	—	—	—
20. „	0,30	0,30	0,88	0,88
21. „	6,93	7,23	4,05	4,93
22. „	5,63	12,86	3,67	8,60
23. „	3,29	16,15	3,25	11,85
24. „	2,31	18,46	2,76	14,61
25. „	1,87	20,33	2,41	17,02
26. „	1,15	21,48	1,79	18,81
27. „	0,69	22,17	1,35	20,16
28. „	0,43	22,60	1,04	21,20
29. „	0,25	22,85	0,70	21,90
30. „	0,25	23,10	0,53	22,43
31. „	0,15	23,25	0,27	22,70
1. April 1903	0,15	23,40	0,20	22,90
2. „	0,10	23,50	0,12	23,02
3. „	0,08	23,58	0,18	23,20
4. „	0,12	23,70	0,18	23,38
5. „	0,10	23,80	0,13	23,51
6. „	0,06	23,86	0,02	23,53
7. „	0,02	23,88	0,04	23,57
8. „	0,06	23,94	0,10	23,67
9. „	0,12	24,06	0,08	23,75
10. „	0,03	24,09	0,02	23,77
11. „	0,09	24,18	0,13	23,90
12. „	0,04	24,22	0,02	23,92
13. „	0,03	24,25	0,06	23,98
14. „	0,03	24,28	0,02	24,00
15. „	0,07	24,35	0,05	24,05
16. „	0,05	24,40	0,10	24,15
17. „	0,05	24,45	0,03	24,18
18. „	—	—	—	—
19. „	0,08	24,53	0,09	24,27
20. „	0,07	24,60	0,11	24,38
21. „	0,05	24,65	0,07	24,45
22. „	0,04	24,69	0,06	24,51
23. „	0,02	24,71	0,00	24,51
24. „	0,04	24,75	0,07	24,58
25. „	0,05	24,80	0,07	24,65
26. „	0,05	24,85	0,05	24,70

III 3.

Datum	Flasche 58 Asti pur, ohne Hefezusatz		Flasche 55 400cc 1902er Weinsberg.ster.Traubensaft+5cc Asti-Wein		Flasche 56 400cc 1902er Weinsb. Traubensaft + 10 cc Asti-Wein		Flasche 57 400 cc 1902er Weinsberg.ster.Traubensaft + 15 cc Asti-W.	
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g
19. März 1903	0,05	0,05	0,10	0,10	0,12	0,12	0.17	0,17
20. „	0,05	0,10	0,35	0,45	1,35	1,47	1,80	1,97
21. „	0.13	0,23	3,88	4,33	4,93	6,40	5,43	7,40
22. „	0,05	0,28	3,63	7,96	4,23	10,63	3,25	10,65
23. „	0,05	0,33	3,57	11,53	2,82	13,45	3,02	13,67
24. „	0,10	0,43	2,52	14,05	2,30	15,75	2,96	16,63
25. „	0,11	0,54	2,00	16,05	2,07	17,82	1,31	17,94
26. „	0,21	0,75	1,77	17,82	1,41	19,23	1.43	19,37
27. „	0.16	0,91	1,03	18,85	1,21	20,44	1,11	20,48
28. „	0,16	1,07	1,03	19,88	0,86	21,30	0,84	21,32
29. „	0.16	1,23	0,67	20,55	0,62	21,92	0,63	21,95
30. „	0,16	1,39	0,74	21,29	0,55	22,47	0,65	22,60
31. „	0,16	1,55	0,57	21,86	0,37	22,84	0,40	23,00
1. April 1903	0,17	1,72	0,43	22,29	0,31	23,15	0,40	23,40
2. „	0,13	1,85	0,31	22,60	0,18	23,33	0,23	23,63
3. „	0,17	2,02	0,31	22,91	0,20	23,53	0,29	23.92
4. „	0.20	2,22	0,31	23,22	0,24	23,77	0,28	24,20
5. „	0,17	2,39	0,23	23,45	0,16	23,93	0,19	24,39
6. „	0,11	2,50	0,14	23,59	0,14	24,07	0,13	24,52
7. „	0.12	2,62	0,14	23,73	0,10	24,17	0.10	24,62
8. „	0.21	2,83	0,08	23,81	0.10	24,27	0,10	24,72
9. „	0,17	3,00	0,19	24,00	0,15	24,42	0,20	24,92
10. „	0.08	3,08	0,03	24,03	0,02	24,44	0.01	24,93
11. „	0.22	3,30	0,15	24,18	0,11	24,55	0,16	25,09
12. „	0,13	3,43	0,09	24,27	0,02	24,57	0,06	25,15
13. „	0,12	3,55	0,08	24,35	0,10	24,67	0,09	25,24
14. „	0,10	3,65	0.10	24,45	0,05	24,72	0,08	25,32
15. „	0,23	3,88	0,05	24,50	0,08	24,80	0,15	25,47
16. „	0,15	4,03	0,07	24,57	0,05	24,85	0,08	25.55
17. „	0.13	4.16	0,10	24,67	0,09	24,94	0,07	25.62
18. „	—	—	—	—	—	—	—	—
19. „	0,29	4,45	0,14	24,81	0.13	25,07	0,14	25,76
20. „	0,14	4,59	0,06	24,87	0,05	25,12	0,07	25.83
21. „	0.12	4,71	0,06	24,93	0,07	25,19	0.07	25.90
22. „	0,14	4,85	0,06	24,99	0,05	25,24	0,07	25,97
23. „	0.11	4,96	0,02	25,01	0.02	25,26	0,01	25,98
24. „	0.15	5,11	0,06	25,07	0,06	25.32	0,06	26,04
25. „	0,14	5,25	0,06	25.13	0,04	25,36	0,06	26,10
26. „	0,07	5,32	0,05	25,18	0,06	25,42	0,02	26,12

folgende Gesamtproduktionen an Kohlensäure in den einzelnen Flaschen wahrgenommen:

Flasche No. 55: 25,18 g Kohlensäure
„ „ 56: 25,42 „ „
„ „ 57: 26,12 „ „

Die geringen steigenden Mengen von Kohlensäure sind dadurch bedingt, dass ja der Flasche 55 5 ccm, der Flasche 56 10 ccm, der Flasche 57 15 ccm Asti-Wein zu 400 ccm 1902er Weinsberger Traubensaft zugefügt wurden. Es vergärten also 405, 410 und 415 ccm Traubensaft. Infolgedessen ist die Gesamtproduktion an Kohlensäure bei den Traubensäften, denen Asti-Wein in den ebengenannten Mengen hinzugefügt wurde, etwas grösser als bei den Traubensäften, denen zu je 400 ccm Saft nur 1 Öse Weinsberger bezw. Schwaigern Reinhefe beigegeben worden war (vergl. Tabelle III, 2, No. 59 und 65). Die beiden letztgenannten Flaschen 59 und 65 zeigen unter sich fast dieselbe Kohlensäureproduktion in gleichen Zeiten, nämlich 24,85 g bezw. 24,70 g.

Aus diesem 3. Versuch geht also unzweifelhaft hervor, dass die abnorme, langsame Gärung des Moscato d'Asti ihre Ursache nicht darin hat, dass die Gärungsorganismen dieses Weines schwache Erreger alkoholischer Gärung sind. Vielmehr muss die Ursache der genannten Erscheinung in der Beschaffenheit des Moscato d'Asti selbst liegen.

Darauf deutet endlich auch die mikroskopische Untersuchung des ursprünglichen Moscato d'Asti. Um die Entwickelung der Organismen des Asti-Weines mikroskopisch verfolgen zu können, wurden folgende zwei Versuche angestellt:

Versuch 4.

Unmittelbar nach dem Eintreffen des Weines am 16. März 1903 wurden mit Hilfe einer sterilen Pipette 50 ccm Asti-Wein aus dem Versandtfass in 400 ccm 1902er sterilen Weinsberger Traubensaft gegeben. Die Flasche wurde mit einem sterilen Wattebausch verschlossen und in ein Zimmer, dessen Temperatur 22° Cels. betrug, gestellt.

Versuch 5.

400 ccm Asti-Wein aus dem Versandtfasse wurden am 16. März 1903 in eine leere sterile Gärflasche von etwa 650 ccm Inhalt mittelst steriler

Pipette gegeben. Diese Flasche wird ebenfalls mit einem sterilen Wattebausch verschlossen und in dasselbe Zimmer wie die Flasche des Versuches 4 gestellt.

Resultate der Beobachtungen:

a) Die sofort am 16. März vorgenommene mikroskopische Untersuchung des Asti-Weines in der Flasche des Versuches 5 zeigte, dass der Wein verhältnismässig wenige Organismen enthält. Im Gesichtsfelde sieht man kleine, pastorian gestaltete oder ovale Kahmhefen, letztere mit den bekannten 2 Fettkugeln an den Polen der Zelle. Auch echte Hefe wird wahrgenommen. Diese ist äusserst arm an Plasma und enthält im Innern kleine Kügelchen. Neben echten Hefen findet man breite und spitze Apiculatus-Zellen. Auffallend ist es, dass sich die Organismen nicht in Sprossung befinden, obwohl doch erst 3,2 g Alkohol in 100 ccm Wein gebildet sind. Das zweite Auffallende ist die grosse Magerkeit der Organismen.

b) Am 17. März ist in dem Traubensaft der Flasche des Versuches 4 alkoholische Gärung eingetreten. Die mikroskopische Untersuchung dieses Traubensaftes zeigte, dass neben vielen, grossen, länglich ovalen Hefezellen auch zahlreiche grosse Apiculatus-Zellen zur Entwickelung gekommen sind. Es hat eine rapide Vermehrung der mit dem Asti-Wein zum Traubensaft zugesetzten Organismen stattgefunden.

Der in die Flasche des Versuches 5 gegebene reine Asti-Wein wird ebenfalls am 17. März mikroskopisch untersucht. Die ausgemergelten, ovalen Hefezellen sind nur sehr selten in Sprossung begriffen. Auch die jungen Sprosse sind plasmaarm. Hin und wieder findet man im Gesichtsfelde eine sprossende Apiculatus-Zelle.

c) Die mikroskopische Untersuchung beider Flüssigkeiten (Versuch 4 und 5) am 18. März ergiebt, dass sich in dem mit Asti-Wein versetzten 1902er gärenden Traubensaft sehr zahlreiche, grosse, gut ernährte Hefezellen, daneben auch grosse Zellen von Apiculatus entwickelt haben. Die echte Weinhefe hat aber die Oberhand.

In der Flasche mit reinem Asti-Wein haben sich dagegen die Hefen sehr wenig vermehrt. Sie zeigen grosse Vakuolen, meist nur eine einzige grosse Vakuole und kleine Kügelchen im Plasma. Die Kahmhefen haben sich viel besser vermehrt; letztere erkennt man an den charakteristischen Sprossverbänden.

d) Am 23. März bildet sich auf dem Asti-Wein (Versuch 5) eine Kahmdecke. Bei der mikroskopischen Untersuchung werden neben Kahmhefen auch zahlreiche Essigbakterien gefunden, die sich bei der günstigen Temperatur in der nur mit einem Wattebausch verschlossenen Flasche

und in dem alkoholarmen Asti-Wein sehr gut entwickeln konnten. Die Hefen zeigen dasselbe Bild wie am 18. März. Damit wird die mikroskopische Untersuchung des Asti-Weines (Versuch 5) unterbrochen.

Fassen wir die Beobachtungsresultate kurz zusammen, so ergiebt die mikroskopische Untersuchung die Tatsache, dass die Organismen des ursprünglichen reinen Asti-Weines trotz des hohen Zuckergehaltes des Weines und trotz der günstigen Vegetationstemperaturen sich nur spärlich entwickeln und ein substanzarmes Plasma zeigen. In Weinsberger Traubensaft dagegen gebracht, entwickeln sie sich prächtig und normal und ernähren sich auch gut.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigt nicht nur die Resultate des 3. Versuches, sondern sie ist es auch, die allein Aufschluss über den Ernährungszustand der Asti-Organismen einmal im ursprünglichen Asti-Wein und dann in anders zusammengesetztem Traubensaft gibt. Durch das so grundverschiedene Verhalten dieser gleichen Organismen in verschiedenen Nährmedien resultiert dann aber in Verbindung mit den Resultaten des Versuches 3 unzweideutig die Antwort auf die gestellten Fragen, ob die Organismen des Asti-Weines nur schwache Erreger alkoholischer Gärung sind, oder ob die Ursache der schwachen Gärung des Moscato d'Asti in der chemischen Zusammensetzung dieses Traubensaftes liegt: Die Organismen des Asti-Weines sind zwar an sich gut entwickelungsfähige und gärkräftige Lebewesen, aber sie können sich in dem Moscato d'Asti nicht normal entwickeln.

Und damit führt die mikroskopische Untersuchung des Asti-Weines zur Erklärung der eben genannten Erscheinung auf 3 weitere Fragen:

1. Enthält der Asti-Wein Substanzen, die auf die Entwickelung der Gärungsorganismen in besagtem Weine schädlich wirken?
2. Hat der Asti-Wein Mangel an Substanzen, die unbedingt und in ausreichender Menge in demselben enthalten sein müssen, wenn sich die Organismen kräftig und normal entwickeln sollen?
3. Enthält der Asti-Wein sowohl Substanzen, die auf die Organismen entwickelungshemmend wirken und hat er zugleich Mangel an Substanzen, welche die Organismen zu ihrer Entwickelung unbedingt und in ausreichender Menge nötig haben?

Der Asti-Wein wurde demzufolge zunächst auf gärungshemmende Substanzen untersucht. In dieser Hinsicht kommen zunächst schwefelige Säure, Schwefelsäure, Salicylsäure und Fluorverbindungen in Betracht.

Die Gegenwart grosser Mengen schwefeliger Säure hätte man schon bei der Kostprobe des Weines wahrgenommen, auch dann, wenn etwa

Calciumbisulfit dem Weine zugesetzt worden wäre. Allein durch die Kostprobe wurde konstatiert, dass schwefelige Säure im Asti-Wein nicht vorhanden war. Das gleiche Resultat ergab die chemische Untersuchung. Auch der Gehalt des Weines an Schwefelsäure war ganz normal. Salicylsäure und Fluorverbindungen konnten chemisch nicht nachgewiesen werden.

Dagegen stellte es sich durch die chemische Untersuchung heraus, dass der Asti-Wein Borsäure enthält und zwar 0,0124 Gramm Borsäure in 1 Liter Wein.

Qualitativ wurde die Borsäure folgendermassen nachgewiesen: 1 Liter Asti-Wein wurde in einer Porzellanschale auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft, nachdem der Wein durch Hinzufügen von Kalilauge schwach alkalisch gemacht worden war. Der gewonnene Extrakt wurde in Platinschalen portionenweise verascht, und mit der Asche wurden folgende 2 Reaktionen ausgeführt:

a) Ein Teil der Asche wurde mit wenig Wasser aufgenommen, die Lösung mit einigen cc. Salzsäure versetzt. Ein Streifen gelbes Kurkumapapier wurde in die Lösung eingetaucht und dasselbe dann auf einem Uhrglas bei 100^0 Cels. getrocknet. Das Papier zeigte nach einigen Minuten an der eingetauchten Stelle eine braunrote Färbung, die durch Auftragen eines Tropfens verdünnter Natriumkarbonatlösung in blauschwarz überging.*)

b) Ein grösserer Teil der Asti-Asche wurde in einem Platintiegel mit absolutem Äthyl-Alkohol versetzt und demselben konzentrierte Schwefelsäure hinzugefügt. Beim Anzünden der aufbrausenden Mischung entstand, namentlich beim Umrühren mit einem Glasstab, eine schön grüne Flamme, die bedingt war durch die Bildung von Borsäure-Äthyläther, zum Teil auch durch Borsäure, die sich verflüchtigt.**) Kupfersalze, die die Flamme ebenfalls grün färben würden, waren nicht in der Asche vorhanden, wie der Nachweis mit Schwefelwasserstoff ergab.

Zur quantitativen Bestimmung der Borsäure wurde das von Jürgensen (Zeitschr. für angewandte Chemie 1897, S. 5) angegebene Verfahren angewendet, nachdem durch Windisch die Brauchbarkeit

*) Windisch, Die chemische Untersuchung und Beurteilung des Weines. Julius Springer. Berlin 1896, S. 235.

**) Schmidt, Anleitung zur qualitativen Analyse. Halle a. S. 1885. S. 28 u. 29.

des Verfahrens auch für Wein und Bier konstatiert worden war.*) Die Bestimmung gestaltete sich wie folgt:**)

50 ccm Asti-Wein wurden mit Kalilauge alkalisch gemacht, auf dem Wasserbade eingedampft und der Extrakt verkohlt. Die Kohle wurde zerdrückt und mit heissem Wasser völlig ausgelaugt; die Auszüge wurden filtriert, und die Kohle mit dem Filter verascht. Die erhaltene Asche wurde ebenfalls mit heissem Wasser ausgelaugt, die Auszüge wurden filtriert und mit der beim Ausziehen der Kohle gewonnenen Lösung vereinigt. Die vereinigten Filtrate wurden mit verdünnter Salzsäure schwach angesäuert. Zur Entfernung der Kohlensäure wurde die saure Flüssigkeit 10 Minuten lang am Rückflusskühler gekocht. Nach dem Erkalten setzte man einige Tropfen Phenolphtaleïnlösung hinzu und titrierte mit $^1/_{10}$-Normalkalilauge bis zur deutlichen hellrosa Färbung. Alsdann setzte man 2 Gramm reinen, gepulverten Mannit hinzu, wodurch die hellrote Farbe verschwand und titrierte nunmehr mit $^1/_{10}$ Normal-Barytlösung bis zur beständigen hellrosa Färbung. Verbraucht wurden 0.1 ccm $^1/_{10}$ Normal-Barytlösung.

Da die Menge von Borsäure in 50 ccm Asti-Wein zur Untersuchung zu gering war, wurde dieselbe Untersuchung mit der Asche von 400 ccm Asti-Wein wiederholt, und zwar nach dem eben angegebenen Verfahren. Verbraucht wurden diesmal genau 0,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-Barytlösung. Diese entsprechen $0{,}0062 \times 0{,}8 = 0{,}00496$ g kryst. Borsäurehydrat in 400 ccm Asti-Wein $= 0{,}0124$ g kryst. Borsäurehydrat in 1 Liter Asti-Wein. Berechnet man die gefundene Menge Borsäure in Prozent der Gesamtasche um, so ergibt sich, dass der Asti-Wein 0,77 % der Asche Borsäure enthält.

Ripper***) erbrachte den Nachweis, dass Borsäure unzweifelhaft ein normaler Bestandteil des Weines ist. Sie wurde in einer grossen Anzahl von Naturweinen deutschen und ausländischen Ursprunges ohne Ausnahme in geringer Menge gefunden. Ripper bestimmte die Borsäure in einem Falle als Borfluorkalium. Die Asche von 2 Litern Wein ergab 0,011 gr Borfluorkalium, oder, auf Borsäurehydrat umgerechnet = 0,000269 gr Borsäurehydrat in 1 Liter Wein. Da dieser 0,21 %

*) Windisch, Über die Bestimmung der Borsäure im Wein und Bier. Bericht der Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. Geisenheim am Rhein. 1901, S. 140–142.

**) l. c. S. 141.

***) Ripper, Borsäure ein normaler Weinbestandteil, Weinbau und Weinhandel 1888. S. 331.

Asche enthielt, so ergibt sich, dass der Borsäuregehalt des von Ripper untersuchten Weines 0,13 % der Asche beträgt.

Die von mir im Asti-Wein gefundene Menge Borsäure ist demnach sechsmal grösser und verhältnismässig beträchtlich.

Wirken nun diese Mengen Borsäure tatsächlich gärungshemmend? Um diese Frage experimentell zu entscheiden, wurden folgende 2 Gärversuche angestellt:

Versuch 6.

Je 400 ccm sterilisierter 1902er Weinsberger Traubensaft werden mit je 1 Öse Weinsberger Reinhefe geimpft, nachdem demselben wachsende Mengen von Borsäure hinzugefügt worden sind. Beginn des Versuches: 15. April 1903.

Versuch 7.

Je 400 ccm sterilisierter 1902er Weinsberger Traubensaft werden mit wachsenden Mengen Borax versetzt und mit je 1 Öse Weinsberger Reinhefe geimpft.

Die Gärflaschen vom Versuch 6 und 7 werden mit Wortmannschen Gärspunden wie bei den früheren Versuchen verschlossen und zunächst täglich, später in grösseren Zeitzwischenräumen gewogen. Bemerkt sei noch, dass die Flaschen vor dem Wägen nicht geschüttelt wurden. Beginn des Versuches: 15. April 1903.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen IV und V zusammengestellt.

Tabelle IV.

Versuch mit Borsäure.

Übersicht über die von Weinsberger Reinhefe während 24 Stunden produzierten Kohlensäuremengen, sowie die Gesamtmengen der Kohlensäure in Grammen.

Datum	Flasche 109 400 cc Traubens. ohne Borsäure		Flasche 110 400 cc Traubens. + 0,0027 g Borsäure		Flasche 111 400 cc Traubens. + 0,0055 g Borsäure		Flasche 112 400 cc Traubens. + 0,0111 g Borsäure		Flasche 113 400 cc Traubens. + 0,0222 g Borsäure		Flasche 114 400 cc Traubens. + 0.0333 g Borsäure		Flasche 115 400 cc Traubens. + 0,0444 g Borsäure		Flasche 116 400 cc Traubens. + 0,0556 g Borsäure	
	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g
17. Apr. 03	0,43	0,43	1,00	1,00	0,50	0,50	0,57	0,57	0,61	0,61	0,45	0,45	0,67	0,67	0,53	0,53
18. „	3,65	4,08	4,65	5,65	2,63	3,13	3,40	3,97	3,35	3,96	3,15	3,60	3,32	3,99	2,89	3,42
19. „	3,15	7,23	4,36	10,01	2,36	5,49	2,85	6,82	2,83	6,79	3,88	7,48	3,15	7,14	3,07	6,49
20. „	2,56	9,79	2,60	12,61	2,32	7,81	2,69	9,51	2,47	9,26	2,35	9,83	2,45	9,59	2,68	9,17
21. „	2,19	11,98	1,89	14,50	1,65	9,46	2,04	11,55	2,25	11,51	1,77	11,60	2,15	11,74	1,98	11,15
22. „	1,96	13,94	1,51	16,01	2,48	11,94	1,93	13,48	1,88	13,39	1,58	13,18	1.71	13,45	1,93	13,08
23. „	1,44	15,38	1,02	17,03	2,06	14,00	1,39	14,87	1,44	14,83	1,06	14,24	1,19	14,64	1,29	14.37
24. „	1,25	16,63	1,07	18,10	1,61	15,61	1,33	16,20	1,70	16,53	1,19	15,43	1,46	16,10	1,45	15,82
25. „	0,95	17,58	0,70	18,80	1,12	16,73	0,82	17,02	0,98	17,51	0,77	16,20	0,92	17,02	1,05	16,87
26. „	0,55	18,13	0,52	19,32	0,90	17,63	0,67	17,69	0,70	18,21	0,62	16,82	0,81	17,83	0,78	17,65
27. „	0,56	18,69	0,43	19,75	0,75	18,38	0,62	18,31	0,57	18,78	0,63	17,45	0.71	18,54	0,77	18,42
28. „	0,44	19,13	0,40	20,15	0,64	19,02	0,59	18,90	0,45	19,23	0,55	18.00	0,61	19,15	0.68	19,10

Tabelle V.

Versuch mit Borax.

Übersicht über die von Weinsberger Reinhefe während 24 Stunden produzierten Kohlensäuremengen, sowie die Gesamtmengen der Kohlensäure in Grammen.

Datum	Flasche 117 400 cc Traubensaft + 0,0042 g Borax		Flasche 118 400 cc Traubensaft + 0,0085 g Borax		Flasche 119 400 cc Traubensaft + 0,0171 g Borax		Flasche 120 400 cc Traubensaft + 0,0342 g Borax		Flasche 121 400 cc Traubensaft + 0,0513 g Borax		Flasche 122 400 cc Traubensaft + 0,0684 g Borax		Flasche 123 400 cc Traubensaft + 0,0856 g Borax	
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g
17. April 1903	0,71	0,71	0,76	0,76	0,17	0,17	0,79	0,79	0,31	0,31	0,70	0,70	1,15	1,15
18. „	3,62	4,33	3,65	4,41	3,15	3,32	4,10	4,89	3,20	3,51	3,25	3,95	4,42	5,57
19. „	3,06	7,39	2,58	6,99	5,13	8,45	3,36	8,25	3,16	6,67	2,83	6,78	3,57	9,14
20. „	2,57	9,96	2,17	9,16	2,38	10,83	2,84	11,09	2,74	9,41	2,99	9,77	2,78	11,92
21. „	2,48	12,44	1,98	11,14	1,45	12,28	2,55	13,64	2,25	11,66	2,63	12,40	2,20	14,12
22. „	1,98	14,42	1,63	12,77	1,45	13,73	2,03	15,67	2,00	13,66	2,08	14,48	1,71	15,83
23. „	1,24	15,66	1,14	13,91	1,24	14,97	1,37	17,04	1,40	15,06	1,47	15,95	1,24	17,07
24. „	1,33	16,99	1,31	15,22	1,07	16,04	1,25	18,29	1,48	16,54	1,55	17,50	1,20	18,27
25. „	1,07	18,06	0,84	16,06	0,78	16,82	0,75	19,04	1,01	17,55	1,03	18,53	0,68	18,95
26. „	0,63	18,69	0,65	16,71	0,55	17,37	0,51	19,55	0,77	18,32	0,68	19,21	0,52	19,47
27. „	0,52	19,21	0,75	17,46	0,60	17,97	0,37	19,92	0,57	18,89	0,56	19,77	0,45	19,92
28. „	0,38	19,59	0,66	18,12	0,46	18,43	0,37	20,29	0,50	19,39	0,41	20,18	0,30	20,22

Ein Blick auf beide Tabellen lehrt, dass ein wesentlicher Unterschied in den täglich produzierten Kohlensäuremengen nicht existiert, dass also auch weder Borsäure, noch Borax in den angewendeten Mengen gärungshemmend wirken. Aus diesem Grunde kann auch die im Moscato d'Asti vorgefundene Menge Borsäure nicht für dessen langsame, abnorme Gärung verantwortlich gemacht werden.

Das Vorhandensein grösserer Mengen von Borsäure im Asti-Wein regt aber noch die Frage an, ob die Borsäure dem Weine künstlich zugesetzt wurde, oder ob sie tatsächlich durch die Tätigkeit der Reben dem Weinbergsboden entnommen und in die Weinbeeren geleitet wurde? Über diese Frage werde ich mich im 4. Abschnitt der Abhandlung weiter verbreiten.

Nachdem also nachgewiesen worden ist, dass der Moscato d'Asti zwar Borsäure, aber in einer Menge enthält, die nicht gärungshemmend wirkt, ist die zweite Frage zu erörtern, ob etwa der Asti-Wein Mangel an Substanzen hat, welche die Gärungserreger in einer bestimmten Menge und unbedingt in der zu vergärenden Flüssigkeit vorfinden müssen, wenn sie eine normale Entwickelung und Gärung in derselben ausführen sollen?

Die chemische Untersuchung des Moscato d'Asti, die gleich nach seinem Eintreffen in der Versuchsanstalt vorgenommen wurde, hat ergeben, dass der Wein nur 0,1614 g Aschenbestandteile in 100 ccm Wein enthält. In diesen 0,1614 g Aschenbestandteilen sind enthalten:

0,042 g Kalium (K_2O)
0,0192 g Phosphorsäure (P_2O_5).

Der gut gärende 1902er Weinsberger Traubensaft enthält dagegen in 100 ccm:

0,1567 g Kalium (K_2O)
0,0416 g Phosphorsäure (P_2O_5).

Vergleichende Stickstoffanalysen ergaben als Resultat:

Asti-Wein . . . . 0,0028 g Stickstoff in 100 ccm Wein.
1902er Weinsberger Traubensaft: 0,0842 g „ „ „ „ Saft.

Obwohl die chemische Analyse an sich gar keinen Aufschluss über die Assimilierbarkeit der vorhandenen Stickstoff-, Kalium- und Phosphorsäuremengen gibt, bietet sie doch einen gewissen Anhalt für die Ansicht,

dass der Asti-Wein Kalium, Phosphorsäure und Stickstoff nur in geringer und wohl nicht genügender Menge enthält, und dass vermutlich deshalb die Gärungsorganismen dieses Weines sich nur spärlich entwickeln. Das Analogon hierzu wäre bei hochorganisierten Pflanzen, die in einem an diesen drei wichtigen Nährstoffen Mangel leidenden Boden wachsen, zu finden.

Die ausgesprochene Vermutung wird aber erst zur Tatsache, wenn experimentell gezeigt werden kann, dass durch Hinzufügen der genannten drei Stoffe zum Asti-Wein die Organismen desselben zur kräftigen Vermehrung und Entwickelung gebracht werden können, und andererseits eine bessere Gärung des Asti-Weines erzielt werden würde.

1. Da die genannten Stoffe, wie die vorzügliche Gärung in Versuch 3 beweist, im 1902er Weinsberger Traubensaft enthalten sind, so wurde dem Asti-Weine zunächst eine geringere Menge besagten Traubensaftes hinzugefügt. Die Frage, welche durch den nachfolgenden Versuch beantwortet werden soll, lautet: Kann durch Hinzufügen einer geringen Menge 1902er Weinsberger Traubensaftes zum Asti-Wein eine bessere Gärung in letzterem erzielt werden?

Versuch 8.

Am 30. April 1903 werden zu 350 ccm Asti-Wein, der sich in nicht sterilisiertem Zustand in einer sterilen Gärflasche von etwa 650 ccm Inhalt befindet, 50 ccm sterilisierter 1902er Weinsberger Traubensaft mittelst steriler Pipette hinzugefügt. Eine 2. Flasche enthält als Kontrolle nur 400 ccm Asti-Wein in nicht sterilem Zustande. Die Asti-Weine sind in beiden Flaschen durchscheinend hell. Die Flaschen werden wie in den früheren Versuchen mit Wortmann'schen Gärspunden verschlossen und täglich gewogen.

Die Resultate der Wägungen sind in nachfolgender Tabelle VI zusammengestellt.

Tabelle VI.

Übersicht über die in mit und ohne 1902er Weinsberger Traubensaft versetzten Asti-Weinen produzierten täglichen und Gesamtkohlensäuremengen in Grammen.

Datum	Flasche 182 400 cc purer Asti-Wein ohne Zusatz		Flasche 183 350 cc Asti-Wein + 50 cc 1902er Weinsberger Traubensaft		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	
2. Mai 1903	0,44	0,44	2,68	2,68	Die Temperatur während d. Versuches schwankte zwischen 22—28° Cels.
3. „	0,12	0,56	2,83	5,51	
4. „	0,19	0,75	3,41	8,92	
5. „	0,15	0,90	2,31	11,23	
6. „	0,17	1,07	2,45	13,68	
7. „	0,23	1,30	1,67	15,35	
8. „	0,05	1,35	1,16	16,51	
9. „	0,03	1,38	0,65	17,16	
10. „	0,27	1,65	1,37	18,53	
11. „	0,12	1,77	0,80	19,33	
12. „	0,12	1,89	0,70	20,03	
13. „	0,09	1,98	0,58	20,61	
14. „	0,10	2,08	0,54	21,15	
15. „	0,18	2,26	0,73	21,88	
16. „	0,17	2,43	0,58	22,46	
17. „	0,12	2,55	0,49	22,95	
18. „	0,09	2,64	0,36	23,31	
19. „	0,13	2,77	0,42	23,73	
20. „	0,08	2,85	0,29	24,02	
21. „	0,15	3,00	0,33	24,35	
22. „	0,07	3,07	0,21	24,56	
23. „	0,07	3,14	0,20	24,76	
24. „	0,11	3,25	0,26	25,02	
25. „	0,10	3,35	0,20	25,22	
26. „	0,15	3,50	0,19	25,41	
27. „	0,09	3,59	0,15	25,56	
28. „	0,08	3,67	0,13	25,69	
29. „	0,10	3,77	0,14	25,83	
30. „	0,16	3,93	0,17	26,00	
31. „	0,10	4,03	0,14	26,14	
1. Juni 1903	0,09	4,12	0,11	26,25	
2. „	0,06	4,18	0,08	26,33	
3. „	0,07	4,25	0,07	26,40	
4. „	0,05	4,30	0,05	26,45	
5. „	0,05	4,35	0,05	26,50	

Die Versuchsreihe 132 zeigt uns das typische Bild der abnormen, langsamen Gärung des Moscato d'Asti bei günstiger Temperatur (vergl. hierzu Tabelle I). Ganz anders gestaltet sich dagegen der Gärverlauf in dem Asti-Wein, dem nur eine geringe Menge 1902er Weinsberger Traubensaft hinzugefügt worden war (Tabelle VI, 133). Jetzt, nach dem Zusatz entwickeln sich die Gärungsorganismen auch in dem Asti-Wein energisch; bereits am 2. Mai, also erst 2 Tage nach Beginn des Versuches, hat laut Protokoll in dem mit Traubensaft versetzten Asti-Wein eine starke Hefevermehrung stattgefunden, so dass der Wein beim Umschütteln lehmig trüb erscheint. Der Asti-Wein in der Versuchsflasche 132 ist dagegen noch so durchscheinend hell, wie er es am 30. April 1903 war.

Infolge der rapiden Vermehrung der Gärungsorganismen sind dann auch in dem Wein der Versuchsflasche 133 bereits nach 2 Tagen 2,68 g Kohlensäure entwickelt. Vom 2.—3. und vom 3.—4. Mai nimmt die Gärungsintensität zu, erreicht am 4. Mai ihr Maximum, und sinkt von da ab ganz allmählich. Am 5. Juni, d. h. innerhalb 36 Tagen ist der Asti-Wein in Flasche 133, wie die chemische Untersuchung ergab, vollständig vergoren: es sind 26,50 g Kohlensäure in dieser Zeit gebildet worden, während die Kontrollflasche 132 in derselben Zeit nur eine Gesamt-Gewichtsabnahme von 4,35 g zeigt.

Wenngleich das Maximum der täglichen Kohlensäureproduktion im Asti-Wein No. 133 nicht allzu hoch liegt (3,41 g), so ist doch durch den alleinigen Zusatz von sterilem Traubensaft in geringer Menge eine ganz annehmbare Gärung erzeugt worden, eine Gärung, durch welche nach 3 Tagen bereits mehr Kohlensäure erzeugt wurde als im puren Asti-Wein unter sonst gleichen Verhältnissen in 36 Tagen.

Das Hervorrufen der beschleunigten Gärung kann aber nur so gedeutet werden, dass, indem steriler Traubensaft in geringer Menge zum Asti-Wein gegeben wurde, damit dem Wein auch Stoffe hinzugefügt wurden, welche die Entwickelung der im Wein befindlichen Organismen förderten. Diese Stoffe sind in erster Linie Kalium, Phosphorsäure und Stickstoff, während der mit dem Traubensaft dem Wein zugeführte Zucker nicht in Betracht kommt, da ja der Asti-Wein daran Überfluss hatte.

Wenn aber die Ursache für die Nicht-Entwickelung der Organismen des Asti-Weines durch Hinzufügen der benötigten Nährstoffe beseitigt war, konnte, da sonst gärungshemmende Substanzen ausser Borsäure, die aber nicht in Betracht kommt, nicht nachgewiesen wurden, durch die zahlreich vermehrten Gärungserreger eine beschleunigte Gärung des Asti-Weines erzeugt werden, die, weil nach Versuch 3 die Organismen

des Asti-Weines an sich starke Gärer sind, zur vollständigen Zerstörung des im Wein befindlichen Zuckers führte.

2. Dieser Versuch führte weiter auf den Gedanken, dass, wenn man dem puren Asti-Wein von vornherein die nötige Menge Gärungserreger mit auf den Weg gibt, dann ebenfalls eine vollständige alkoholische Gärung, d. h. Zerstörung des Zuckers erzielt werden müsste. Wenn sich letzteres erreichen liesse, so wäre damit ein zweiter Beweis geliefert, dass es dem Asti-Wein nur an Substanzen zur schnellen Entwickelung der Gärungsorganismen mangelt und dass gärungshemmende Substanzen im Asti-Wein nicht in genügender Menge vorhanden sind, m. a. W., dass gärungshemmende Substanzen nicht für die im puren Asti-Wein wahrgenommene, abnorme, langsame Gärung verantwortlich gemacht werden können.

Der Versuch wurde folgendermassen angestellt:

Versuch 9.

a) Am 10. April 1903 werden 400 ccm sterilisierter Asti-Wein mit einem Bodensatz Weinsberger Hefe, die sich in 400 ccm 1902er Weinsberger Traubensaft vom 4.—10. April 1903 entwickelt hatte also 6 Tage alt war und sich in bestem Ernährungszustand befand, versetzt. (Versuchsflasche 130.)

b) Zu gleicher Zeit werden 400 ccm sterilisierter Asti-Wein mit einem Bodensatz Weinsberger Reinhefe geimpft, die sich gleichfalls in 400 ccm 1902er Weinsberger Traubensaft entwickelt, aber bereits seit dem 10. Januar 1903 in dem betr. vergorenen Wein gestanden hatte. Die Hefe befand sich stark im Hungerzustande. (Versuchsflasche 131.)

Beide Gärflaschen wurden mit Wortmann'schen Gärspunden versehen und wie bei den früheren Versuchen verschlossen. Die Flaschen, welche in einem Zimmer bei 22—28° Cels. standen, wurden täglich gewogen und die Wägungsergebnisse in Tabelle VII zusammengestellt.

Tabelle VII.

Übersicht über die produzierten täglichen und Gesamtkohlensäuremengen im Asti-Wein, dem je ein Bodensatz junger und alter Reinhefe hinzugefügt worden ist.

Datum	Flasche 130 400 cc steriler Asti-Wein + 1 Bodensatz junger Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 131 400 cc steriler Asti-Wein + 1 Bodensatz alter Reinhefe, Rasse Weinsberg		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	
11. April 1903	9,58	9,58	0,37	0,37	Gärtemperatur
12. "	7,45	17,03	0,94	1,31	22—28° Cels.
13. "	4,01	21,04	1,64	2,95	
14. "	2,61	23,65	1,72	4,67	
15. "	2,00	25,65	1,21	5,88	
16. "	1,18	26,83	1,67	7,55	
17. "	0,75	27,58	1,70	9,25	
18. "	0,22	27,80	1,60	10,85	
19. "	0,15	27,95	3,68	14,53	
20. "	0,15	28,10	7,14	21,67	
21. "	0,10	28,20	0,96	22,63	
22. "	0,05	28,25	0,32	22,95	
23. "	0,00	28,25	1,19	24,14	
24. "	0,10	28,35	0,71	24,85	
25. "	0,04	28,39	0,54	25,39	
26. "	0,02	28,41	0,44	25,83	
27. "	0,01	28,42	0,36	26,19	
28. "			0,56	26,75	
29. "	etc.	etc.	0,40	27,15	
30. "			0,33	27,48	
1. Mai 1903			0,28	27,76	
2. "			0,25	28,01	
3. "			0,18	28,19	
4. "			0,18	28,37	
5. "			0,12	28,49	
6. "			0,12	28,61	
7. "			0,11	28,72	
8. "			0,08	28,80	
9. "			0,11	28,91	
10. "			0,08	28,99	

Der mit einem Bodensatz junger Reinhefe versetzte Asti-Wein (Tabelle VII, 130) zeigt einen wesentlich anderen Gärverlauf als die in den früheren Versuchen beobachteten. Gleich am ersten Tage findet eine energische Gärung des Weines statt: innerhalb 24 Stunden werden in 400 ccm Wein 9,58 g Kohlensäure durch die Tätigkeit der zugesetzten Reinhefe produziert. Diese Menge Kohlensäure ist zugleich das Maximum der Kohlensäureproduktion. Denn von nun an sinkt dieselbe stetig. Nach 13 Tagen ist die Gewichtsabnahme der Flasche 0. Es sind in dieser Zeit bereits 28,25 g Kohlensäure produziert. Der Wein ist nahezu vergoren.

In dem Asti-Wein, dem ein Bodensatz alter Reinhefe, und zwar derselben Rasse wie dem Wein in Flasche 130 beigegeben worden ist, ist der Gärverlauf schon weit besser als derjenige des Weines, dem nur 1 Öse Reinhefe hinzugefügt worden war (vergl. Versuch 3, 1). Er hält sich vom 13.—18. April so ziemlich auf gleicher, wenn auch niedriger Höhe, steigt am 19. April und erreicht am 20. April mit einer Gesamtabnahme der Flasche von 7,14 Gramm sein Maximum. Darauf nimmt aber plötzlich die Gärung schnell ab, und nur verhältnismässig geringe Mengen von Kohlensäure werden während 24 Stunden von den Organismen des Weines produziert. Immerhin wird auch in diesem zweiten Falle nach 40 Tagen die Vergärung des Asti-Weines fast vollständig durchgeführt.

Wie sind nun beide Erscheinungen zu erklären? Im ersteren Falle wird dem Asti-Wein eine grosse Menge Hefe, und damit eine grosse Menge fertig gebildeter Zymase von vornherein zugefügt. Infolgedessen wird, selbst eine sehr geringe Vermehrungsfähigkeit der einzelnen Hefezelle vorausgesetzt, doch eine grosse Menge neuer Zellen in kurzer Zeit gebildet, und damit auch eine bestimmte Menge neuer Zymase. Damit sind aber, da die Temperatur eine günstige ist, auch die günstigen Bedingungen für eine kräftige alkoholische Gärung gegeben. Aus diesem Grunde ist am ersten Tage der Gärung dieselbe auch am besten und nimmt von diesem Zeitpunkt stetig ab. Wir haben also dasselbe Bild des Gärverlaufes, wie es sich nach dem Überschreiten des Maximums der Gärung eines Traubensaftes in normaler Weise darstellt.

Fügt man dem Asti-Wein dagegen den Bodensatz einer Kultur hungernder Reinhefe hinzu, so währt es einige Zeit, bis die Hefe durch Sprossung neue Zellen, neue Zymase gebildet hat. Da auch in diesem Falle, infolge der ausserordentlich zahlreich vorhandenen Zellen, bei nur geringer Vermehrungsfähigkeit der einzelnen Zelle dennoch in kurzer Zeit grosse, wenn auch längst nicht so grosse Mengen von Hefe und Zymase wie im ersteren Falle erzeugt werden, so tritt bereits am 3. Tage eine nennenswerte Gärung des Asti-Weines ein. Nach und nach entwickeln sich mehr und mehr Hefe und Zymase, und so wird das

Maximum der Gärung am 10. Tage nach Beginn des Versuches mit 7,14 g täglicher Kohlensäureproduktion im Asti-Wein erreicht, und eine Gesamt-Kohlensäureproduktion bis zu diesem Zeitpunkt von 21,67 g. Infolge des verhältnismässig hohen Alkoholgehaltes des Weines aber, etwa 8,6 %, nimmt nun die Gärung stetig, wenn auch langsam ab.

Im ersteren Falle wurde also tatsächlich durch anfängliche Zugabe der notwendigen Hefemenge, die sich im puren Asti-Wein erst nach langer Zeit gebildet haben würde, weil die zur Entwickelung der Hefen erforderlichen Substanzen in ausreichendem Masse in ihm fehlen, eine energische Gärung erzielt, die nach verhältnismässig kurzer Zeit auch eine vollständige Zerstörung des Zuckers im Asti-Wein bewirkte. In diesem Falle waren Stickstoff, Kalium und Phosphorsäure für die Hefen nicht mehr unbedingt notwendig, weil eben schon die Hefe in reichlichem Masse fertig gebildet zum Wein zugesetzt wurde, Hefe, ausgerüstet mit der nötigen Menge Zymase. Im zweiten Falle wurde die Gärung beschleunigt und schliesslich auch zu Ende geführt, weil in kurzer Zeit die sehr zahlreich zugegebenen Hefezellen trotz des Mangels des Weines an Phosphorsäure, Kalium und Stickstoff sehr zahlreiche neue Individuen mit zuckerzersetzender Zymase bildeten.

3. Die Frage, ob Phosphorsäure, Kalium und Stickstoff dem Moscato d'Asti zur schnellen Entwickelung der Hefen mangeln, lässt sich auch dadurch drittens experimentell beantworten, dass man dem Wein diese Substanzen in chemischen Verbindungen hinzugibt und abwartet, ob dadurch tatsächlich eine schnellere Entwickelung der Gärungsorganismen und eine schnellere Gärung des Weines bewirkt wird. Zu diesem Zwecke wurde der Versuch 10 angestellt:

Versuch 10.

Am 3. April 1903 werden 400 ccm steriler Weinsberger Traubensaft mit 1 Öse Weinsberger Reinhefe geimpft (Flasche 124), ebenso 400 ccm sterilisierter purer Asti-Wein (Flasche 125). In die Flaschen 126—128 werden neben 400 ccm Asti-Wein wachsende Mengen von phosphorsaurem Kalium (0,12 g, 0,16 g und 0,2 g) und gleiche Mengen von Pepton (2,04 g) gegeben, und die betreffenden Weine nach der Sterilisation ebenfalls mit 1 Öse Reinhefe, Rasse Weinsberg, geimpft.

Diese 5 Flaschen werden wie früher mit Wortmann'schen Gärspunden versehen und täglich gewogen. Die durch die Wägungen gefundenen Gewichtsabnahmen der Flaschen sind in der Tabelle VIII übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle VIII.

Übersicht über die produzierten täglichen und Gesamtkohlensäuremengen im Asti-Wein, dem die gleichen Mengen Pepton, aber wachsende Mengen von phosphorsaurem Kalium zugefügt wurden.

Datum	Flasche 124 400 cc 1902er Weinsberger Traubensaft + 1 Öse Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 125 400 cc steriler Asti-Wein + 1 Öse Reinhefe Rasse Weinsberg		Flasche 126 400 cc ster. Asti-Wein + 0,12 g phosphorsaur. Kalium + 2,04 g Pepton + 1 Öse Weinsberger Reinhefe		Flasche 127 400 cc ster. Asti-Wein + 0,16 g phosphorsaur. Kalium + 2,04 g Pepton + 1 Öse Weinsberger Reinhefe		Flasche 128 400 cc ster. Asti-Wein + 0,2 g phosphorsaur. Kalium + 2,04 g Pepton + 1 Öse Weinsberger Reinhefe		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	
4. April 1903	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gärtemperatur 22—28° Cels.
5. „	1,69	1,69	—	—	0,60	0,60	0,60	0,60	0,67	0,67	
6. „	7,72	9,41	—	—	2,27	2,87	1,84	2,44	1,83	2,50	
7. „	5,65	15,06	0,02	0,02	2,50	5,37	2,25	4,69	2,09	4,59	
8. „	4,51	19,57	0,03	0,05	3,38	8,75	2,86	7,55	2,96	7,55	
9. „	2,44	22,01	0,05	0,10	2,62	11,37	2,34	9,89	2,52	10,07	
10. „	1,49	23,50	0,00	0,10	2,33	13,70	2,09	11,98	1,87	11,94	
11. „	1,16	24,66	0,04	0,14	2,69	16,39	2,26	14,24	2,31	14,25	
12. „	0,56	25,22	0,00	0,14	2,31	18,70	2,18	16,42	2,09	16,34	
13. „	0,36	25,58	0,03	0,17	2,02	20,72	1,92	18,34	1,93	18,27	
14. „	0,28	25,86	0,00	0,17	2,31	23,03	2,08	20,42	2,00	20,27	
15. „	0,27	26,13	0,06	0,23	1,62	24,65	1,88	22,30	2,00	22,27	
16. „	0,08	26,21	0,03	0,26	1,15	25,80	1,60	23,90	1,56	23,83	
17. „	0,10	26,31	0,04	0,30	0,88	26,68	1,37	25,27	1,39	25,22	
18. „	0,05	26,36	0,02	0,32	0,59	27,27	1,25	26,52	1,15	26,37	
19. „	0,10	26,46	0,06	0,38	0,25	27,52	0,58	27,10	0,58	26,95	
20. „	0,05	26,51	0,04	0,42	0,15	27,67	0,50	27,60	0,55	27,50	
21. „	0,05	26,56	0,04	0,46	0,10	27,77	0,22	27,82	0,17	27,67	
22. „	0,05	26,61	0,02	0,48	0,08	27,85	0,18	28,00	0,16	27,83	
23. „	0,03	26,64	0,02	0,50	0,05	27,90	0,10	28,10	0,09	27,92	
24. „	0,07	26,71	0,07	0,57	0,10	28,00	0,10	28,20	0,12	28,04	
25. „	0,05	26,76	0,01	0,58	0,02	28,02	0,05	28,25	0,03	28,07	
26. „	0,03	26,79	0,05	0,63	0,05	28,07	0,09	28,34	0,10	28,17	
27. „	0,03	26,82	0,03	0,66	0,05	28,12	0,06	28,40	0,03	28,20	
28. „	0,04	26,86	0,03	0,69	0,05	28,17	0,03	28,43	0,07	28,27	

Betrachten wir die Tabelle VIII, so sehen wir zunächst in der Versuchsreihe 124 einen normalen Gärverlauf des Weinberger Traubensaftes: Die Gärung steigt in den ersten zwei Tagen allmählich an, erreicht mit einer täglichen Kohlensäureproduktion von 7,72 g am dritten Tage plötzlich ihr Maximum und nimmt von da an stetig ab (5,65, 4,51, 2,44, 1,49, etc. g tägliche Kohlensäureproduktion).

Im Gegensatz hierzu steht der Verlauf der Gärung im sterilen Asti-Wein, dem 1 Öse Reinhefe, Rasse Weinsberg, zugefügt worden war. Die Bildung von Kohlensäure innerhalb 24 Stunden ist noch geringer als im Versuch 1, Flasche 2 gefunden worden war. Diese Erscheinung hat darin ihren Grund, dass im ersten Versuch nicht sterilisierter, im vorliegenden Versuch aber steriler Asti-Wein benutzt wurde. Im ersteren Wein befanden sich von vornherein mehr Organismen als im zweiten; es wurde der letztere Wein ja nur mit 1 Öse Reinhefe geimpft, während die im Wein ursprünglich vorhandenen Lebewesen bei der Sterilisation abgetötet wurden. Diese geringe Menge zugesetzter Hefe brauchte aber lange Zeit, ehe sie sich entwickeln konnte, und infolgedessen ist auch die Gärung innerhalb 25 Tagen eine nur äusserst geringe, ebenso die Gesamtproduktion an Kohlensäure (0,69 g).

In den sämtlichen Weinen, die einen Zusatz von phosphorsaurem Kalium und Pepton erhalten haben, (Flaschen 126—128), ist dagegen der Gärungsverlauf weit besser als in dem Wein ohne Zusatz dieser beiden chemischen Verbindungen. In ihnen fand eine kräftige Entwickelung der Reinhefen, und zwar infolge des Zusatzes der drei Nährstoffe Kalium, Phosphorsäure und Stickstoff statt, weshalb auch die Gärung gut einsetzte.

Die Gärung des Weines in Flasche 126 steigt allmählich, bis sie am 8. April, d. h. am 5. Tage nach Beginn des Versuches, ihr Maximum erreicht, um von da an, von einigen Unregelmässigkeiten abgesehen, stetig abzunehmen. Das gleiche gilt von den Gärungen der Weine in den Flaschen 127 und 128. Vergleicht man die Gärungen in diesen drei Flaschen untereinander, so bemerkt man, dass mit den steigenden Mengen von phosphorsaurem Kalium die Gärung an Intensität abnimmt, was offenbar seinen Grund in der osmotischen Kraft dieses Salzes hat. Die beobachteten Unterschiede gleichen sich aber am Ende der Gärung wieder aus, so dass am 28. April die Weine in den Flaschen 127 und 128 etwas mehr Kohlensäure produziert haben als der Wein in Flasche 126 (28,43 g bezw. 28,27 g gegenüber 28,17 g). Die Durchgärung des Asti-Weines ist in den Flaschen 126—128 fast eine vollständige, wie die chemische Analyse ergab.

Vergleicht man endlich die Gärungen der Asti-Weine in den Flaschen

126—128 mit der Gärung des 1902er Weinsberger Traubensaftes in Flasche 124, so sieht man, dass erstere Gärungen im Anfang nicht so intensiv verlaufen wie letztere. Dagegen halten sie sich längere Zeit hindurch nahezu auf gleicher Höhe; und so kommt es, dass am 17. bezw. 18. April, also nach 14 bezw. 15 Tagen seit Beginn des Versuches, die Gesamtproduktion an Kohlensäure in den Flaschen 126—128 eine etwas grössere ist als diejenige in der Flasche 124. Beim Schluss des Versuches ist gleichfalls in den Flaschen 126—128 mehr Kohlensäure produziert als in der Flasche 124 (28,17, 28,43, 28,27 g Kohlensäure gegenüber 26,86 g). Da auch der 1902er Weinsberger Traubensaft am 28. April vollständig vergoren ist, wie die chemische Analyse ergab, so hat die letztgenannte Erscheinung ihren Grund darin, dass der Asti-Wein von vornherein mehr Zucker enthielt als der zur Anwendung gekommene Traubensaft.

Aus den Versuchen 8—10 geht demnach klar hervor, dass die abnorme, langsame Gärung, die man beim puren Moscato d'Asti beobachtet, ihre Hauptursache in dem Mangel des Weines an Substanzen hat, die zur schnellen Entwickelung und deshalb indirekt zur Entfaltung der Gärtätigkeit der im Wein vorhandenen Organismen unbedingt in einer genügenden Menge vorhanden sein müssen. Und damit sind wir zum Hauptresultat der vorliegenden Untersuchungen gekommen. Insbesondere ist es der Mangel an Phosphorsäure und Kalium, aber auch der Mangel an Stickstoff, der die langsame Entwickelung der Hefen im Asti bedingt, wie ein noch später mitzuteilender Versuch des Näheren erkennen lässt.

Wir haben es also beim Asti-Wein mit einer Gärung zu tun, wie man sie bei deutschen Weinen beobachten kann, die in geringen Jahrgängen hin und wieder eine zu starke Zugabe von Wasser mit Zucker erhalten haben. Dadurch wird der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kaliumgehalt der Weine zu stark vermindert, und infolgedessen findet die Hefe die zum Aufbau des lebendigen Plasmakörpers notwendigen Verbindungen darin in nicht genügender Menge vor. Die Asti-Gärung erinnert ebenfalls lebhaft an die langsame Gärung der Heidelbeersäfte, denen es an Stickstoff mangelt und denen man schon seit längerer Zeit vor Beginn der Gärung Salmiak (20—30 g pro ho) oder phosphorsaures Ammonium zusetzt, um die Gärung zu beschleunigen.

An dieser Stelle möchte ich noch kurz erwähnen, dass sich Strucchi und Zecchini*) über die Mineralbestandteile des Moscato d'Asti nur sehr kurz fassen. Sie schreiben: „Die bei wissenschaftlichen und sachverständigen Prüfungen immer nützlichen Kenntnisse dieser

*) l. c. S. 105 und 106.

Stoffe sind dagegen beinahe zwecklos im technisch-industriellen Betriebe. Wir wollen uns also nicht damit aufhalten, solche zu beschreiben."

Durch weitere Versuche konnte ferner gezeigt werden, dass man beim Zusatz von Traubensaft und Hefe noch weit geringere Mengen als in den Versuchen 8 und 9 anzuwenden brauchte, um eine beschleunigte Gärung des Moscato d'Asti zu bewirken, wenn man dem Weine zugleich Traubensaft und Hefe, oder Traubensaft, Hefe, phosphorsaures Kalium und Stickstoff in Gestalt von Salmiak oder Pepton hinzufügte. In dieser Hinsicht wurden 4 Versuche angestellt, die im folgenden des näheren beschrieben werden sollen.

Versuch 11.

Je 400 ccm Asti-Wein in nicht sterilisiertem Zustande werden am 16. März 1903 mit 1 ccm bezw. 5 ccm oder 10 ccm Reinhefe einer 7 Tage alten Rasse Weinsberg und einer 13 Tage alten Rasse Schwaigern geimpft. Dasselbe geschieht mit je 400 ccm Asti-Wein, der aber vor der Impfung sterilisiert worden war. Die Versuchsanordnung gestaltet sich demzufolge folgendermassen:

1. Flasche 2 dient als Kontrolle und erhält keinen Zusatz,
2. „ 18 erhält zu 400 ccm nicht sterilem Asti-Wein 1 ccm Weinsberger Reinhefe,
3. „ 13 erhält zu 400 ccm nicht sterilem Asti-Wein 1 ccm Schwaigern Reinhefe,
4. „ 25 erhält zu 400 ccm nicht sterilem Asti-Wein 10 ccm Weinsberger Reinhefe,
5. „ 21 erhält zu 400 ccm nicht sterilem Asti-Wein 5 ccm Schwaigern Reinhefe,
6. „ 22 erhält zu 400 ccm nicht sterilem Asti-Wein 10 ccm Schwaigern Reinhefe,
7. „ 40 erhält zu 400 ccm sterilisiertem Asti-Wein 1 ccm Weinsberger Reinhefe,
8. „ 44 erhält zu 400 ccm sterilisiertem Asti-Wein 1 ccm Schwaigern Reinhefe,
9. „ 48 erhält zu 400 ccm sterilisiertem Asti-Wein 10 ccm Weinsberger Reinhefe,
10. „ 52 erhält zu 400 ccm sterilisiertem Asti-Wein 10 ccm Schwaigern Reinhefe.

Diese 10 Gärflaschen von 650 ccm Inhalt, in denen der Wein enthalten ist, werden mit Wortmann'schen Gärspunden versehen, wie in den früheren Versuchen. Die Flaschen werden täglich gewogen. Die Gewichtsabnahmen finden sich in Tabelle IX zusammengestellt.

Übersicht über die täglichen und Gesamtmengen produ-
sterilem, als in sterilem Zustande verschiedene Mengen ver-

Tabelle

Datum	Flasche 2 400 cc nicht steriler Asti-Wein ohne Zusatz		Flasche 18 400 cc nicht steriler Asti-Wein + 1 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 13 400 cc nicht steriler Asti-Wein + 1 cc Reinhefe, Rasse Schwaigern		Flasche 25 400 cc nicht steriler Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 21 400 cc nicht steriler Asti-Wein + 5 cc Reinhefe, Rasse Schwaigern	
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g
17. März 1903	—	—	—	—	—	—	0,50	0,50	0,20	0,20
18. „	—	—	0,10	0,10	0,10	0,10	0,90	1,40	0,45	0,65
19. „	0.10	0,10	0,25	0,35	0,20	0.30	1,30	2,70	0,75	1,40
20. „	0,05	0,15	0,25	0,60	0,22	0,52	1,11	3,81	0,86	2,26
21. „	0,10	0,25	0,18	0,78	0,20	0,72	1,19	5,00	0,70	2.96
22. „	0,10	0,35	0,22	1,00	0,23	0,95	0,95	5,95	0,55	3,51
23. „	0,10	0,45	0,30	1,30	0,24	1,19	0,88	6,83	0,64	4,15
24. „	0.11	0.56	0,31	1,61	0,23	1,42	1,15	7,98	0,65	4,80
25. „	0.11	0.67	0,37	1,98	0,35	1,77	1,08	9,06	0,75	5,55
26. „	0.15	0,82	0,29	2.27	0,33	2,10	1,10	10,16	0,62	6,17
27. „	0,13	0,95	0,24	2.51	0.20	2,30	0,96	11,12	0,56	6.73
28. „	0,11	1,06	0,24	2,75	0,25	2,55	0,88	12,00	0,57	7,30
29. „	0,12	1,18	0,27	3,02	0,20	2,75	0,76	12,76	0,36	7,66
30. „	0,16	1,34	0,23	3.25	0,22	2,97	0,86	13,62	0,49	8,15
31. „	0,11	1,45	0,25	3,50	0,25	3,22	0,79	14,41	0,52	8,67
1. April 1903	0,13	1,58	0,32	3,82	0.25	3,47	0,80	15,21	0,54	9.21
2. „	0,12	1,70	0,16	3,98	0,19	3,66	0,52	15,73	0,27	9,48
3. „	0,09	1,79	0,23	4,21	0,17	3,83	0,66	16,39	0,51	9,99
4. „	0,18	1,97	0,31	4,52	0,26	4,09	0,83	17,22	0,58	10.57
5. „	0.21	2,18	0,33	4,85	0.26	4,35	0,80	18,02	0,53	11.10
6. „	0,08	2.26	0,14	4,99	0,11	4.46	0,45	18,47	0,22	11,32
7. „	0,07	2,33	0,15	5,14	0,13	4,59	0,48	18,95	0,41	11,73
8. „	0,18	2,51	0,25	5,39	0,23	4,82	0,76	19,71	0,50	12,23
9. „	0,17	2,68	0.24	5,63	0,25	5,07	0,59	20,30	0,42	12,65
10. „	0,06	2,74	0,18	5.81	0,13	5,20	0.42	20,72	0,30	12,95
11. „	0,16	2.90	0.24	6,05	0,22	5,42	0,66	21,38	0,50	13,45
12. „	0,12	3,02	0.20	6,25	0,18	5,60	0,52	21,90	0,40	13,85
13. „	0,10	3,12	0,11	6,36	0.13	5,73	0,45	22,35	0,32	14,17
14. „	0,19	3,31	0.26	6,62	0,22	5,95	0,53	22,80	0,39	14,56
15. „	0,10	3,41	0,19	6,81	0,20	6,15	0,46	23,34	0,49	15,05
16. „	0,15	3.56	0,25	7,06	0,15	6,30	0,39	23.73	0,36	15,41
17. „	0,12	3,68	0,19	7,25	0,18	6,48	0,55	24,28	0,39	15,80
18. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19. „	0,27	3,95	0,38	7,63	0.34	6,82	0,89	25.17	0,83	16.63
20. „	0,12	4,07	0.21	7.84	0,18	7,00	0.38	25,55	0,35	16,98
21. „	0,13	4,20	0,18	8,02	0,13	7,13	0,39	25,94	0.40	17,38
22. „	0,15	4,35	0,20	8,22	0,17	7,30	0,34	26,28	0,39	17,77
23. „	0,11	4,46	0,14	8,36	0,15	7,45	0,27	26,55	0,31	18,08
24. „	0,10	4,56	0,16	8,52	0,15	7,60	0,33	26,88	0,37	18,45
25. „	0,09	4,65	0,13	8,65	0,10	7,70	0,30	27,18	0,38	18.78
26. „	0.10	4,75	0,18	8,83	0,12	7,82	0.17	27.35	0,25	19,03
27. „	0,11	4,86	0,16	8.99	0,15	7,97	0,27	27,62	0,37	19,40
28. „	0,12	4.98	0,15	9,14	0.15	8,12	0.25	27,87	0,35	19.75

zierter Kohlensäure in 400 ccm Asti-Wein, dem sowohl in nicht
schiedener Reinhefe-Rassen hinzugefügt worden sind.

IX.

Flasche 22 400 cc nicht steriler Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Schwaigern		**Flasche 40** 400 cc steriler Asti-Wein + 1 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		**Flasche 44** 400 cc steriler Asti-Wein + 1 cc Reinhefe, Rasse Schwaigern		**Flasche 48** 400 cc steriler Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		**Flasche 52** 400 cc steriler Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Schwaigern		**Bemerkungen**
Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	
0,30	0,30	0,09	0,09	0,09	0,09	0,22	0,22	0,25	0,25	**Gärtemperatur**
0,95	1,25	0.05	0,14	0,08	0,17	0,53	0,75	0,63	0,88	**zwischen**
1,13	2,38	0,13	0,27	0,10	0,27	0.90	1,65	0,82	1,70	**22—28° Cels.**
1,32	3,70	0,05	0,32	0,10	0,37	0,92	2,57	0,75	2,45	
1,08	4,78	0,15	0,47	0,13	0,50	0,73	3,30	0,68	3,13	
0,85	5,63	0,15	0.62	0,13	0,63	1,15	4,45	1,25	4,38	
0,97	6,60	0,17	0,79	0,15	0,78	1,12	5,57	1,19	5,57	
0,98	7,58	0,17	0,96	0,19	0,97	0.99	6,56	1,02	6,59	
1,02	8,60	0,18	1,14	0,18	1,15	0,94	7,50	0,91	7,50	
0,92	9,52	0,27	1,41	0,15	1,30	0,88	8,38	0,86	8,36	
0,81	10,33	0,04	1,45	0,13	1,43	0,75	9,13	0,69	9,05	
0,83	11,16	0,19	1,64	0,15	1,58	0,90	10,03	0,80	9,85	
0,64	11,80	0,10	1,74	0,16	1,74	0,72	10,75	0,67	10,52	
0,78	12,58	0,17	1,91	0,11	1,85	0,72	11,47	0,68	11,20	
0,67	13,25	0,11	2,02	0,17	2,02	0,63	12,10	0,58	11,78	
0,60	13,85	0,11	2,13	0,15	2,17	0,65	12,75	0,66	12,44	
0,55	14,40	0,18	2,31	0,17	2,34	0,88	13,63	0,85	13,29	
0,60	15.00	0,23	2,54	0,18	2,52	0,84	14,47	0,69	13,98	
0,72	15,72	0,10	2,64	0,12	2,64	0,48	14,95	0,46	14,44	
0,73	16,45	0,07	2,71	0,13	2,77	0,57	15,52	0,53	14,97	
0,37	16.82	0,24	2,95	0,13	2.90	0,75	16,27	0,72	15,69	
0,48	17,30	0,12	3,07	0,22	3,12	0,70	16,97	0,62	16,31	
0,64	17,94	0,12	3,19	0,08	3,20	0,41	17,38	0,45	16,76	
0,53	18,47	0,24	3,43	0,19	3,39	0,72	18,10	0,73	17,49	
0,41	18,88	0,17	3,60	0,10	3,49	0,61	18,71	0,58	18,02	
0,60	19,48	0,16	3,76	0,11	3,60	0,54	19,25	0,50	18,52	
0,48	19,96	0,13	3,89	0,07	3,67	0,46	19,71	0,53	19,05	
0,47	20,43	0,25	4,14	0,18	3,85	0,64	20,35	0,56	19,61	
0,42	20,85	0,15	4,29	0,16	4,01	0,53	20,88	0,45	20,06	
0,49	21,34	0,20	4,49	0,12	4,13	0,54	21,42	0,47	20,53	
0,39	21,73	0,17	4,66	0,13	4,26	0,51	21,93	0,43	20,96	
0,42	22,15	0,18	4,84	0,15	4,41	0,50	22,43	0,41	21,37	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,83	22,98	0,38	5,22	0,29	4,70	1,03	23,46	0,95	22,32	
0,35	23,33	0,19	5,41	0,17	4,87	0,49	23,95	0,34	22,66	
0,40	23,73	0,15	5,56	0,08	4,95	0,35	24.30	0,34	23,00	
0,37	24,10	0,20	5,76	0,17	5,12	0,45	24,75	0,41	23,41	
0,28	24.38	0,16	5,92	0,12	5,24	0,42	25,17	0,34	23,75	
0,34	24,72	0,15	6,07	0,11	5,35	0,30	25,47	0,25	24,00	
0,33	25,05	0,20	6,27	0,15	5,50	0,43	25,90	0,33	24,33	
0.19	25,24	0,19	6,46	0,12	5,62	0,47	26,37	0,37	24,70	
0,28	25,52	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,28	25,80	—	—	—	—	—	—	—	—	

In dem vorstehenden Versuche wurde dem Asti-Wein Hefe hinzugefügt, mit Ausnahme des Weines in Flasche 2. Diese Hefe wurde aber nicht als solche allein zugegeben, sondern mit ihr auch zugleich die geringe Menge gärenden Traubensaftes, in dem sie sich entwickelt hatte. Wenn es also oben heisst: es wurden 400 ccm Asti-Wein 10 ccm Weinsberger Hefe hinzugefügt, so ist daran zu denken, dass von den 10 ccm Flüssigkeit das meiste gärender Traubensaft ist, in dem die Hefe nur suspendiert ist.

Betrachten wir nun zunächst den Verlauf der Gärungen der Weine, die sich in den Flaschen 18, 13, 25, 21, 22 und in der Flasche 2 befinden, so zeigt sich ohne weiteres, dass sich durch den Zusatz der Hefe und damit auch durch den Zusatz geringer Mengen Traubensaft, in dem sich die Hefe entwickelt hatte, in den sämtlichen erstgenannten fünf Flaschen die Gärung des Asti-Weines weit besser gestaltet, als in der Kontrollflasche 2, deren Wein keinen Hefe- und damit auch keinen Traubensaft-Zusatz erhielt. Je mehr Hefe und damit auch je mehr Traubensaft dem Asti-Weine zugefügt wurde, desto besser und vollständiger vollzog sich die Gärung. Am schönsten tritt das eben Gesagte aus den Zahlen der Versuchsreihen 13, 21 und 22 hervor: Die Gärung des Weines in Flasche 13 erreicht am 25. März ihr Maximum mit 0,35 g täglicher Kohlensäureproduktion, in Flasche 21 schon am 20. März mit 0,86 g, in Flasche 22 am gleichen Tage mit 1,32 g täglicher Kohlensäureproduktion. Auch in der Gesamtproduktion an Kohlensäure finden sich diese Unterschiede noch am 28. April vor:

Der Wein in Flasche 13 produzierte insgesamt 8,12 g Kohlensäure,
" " " " 21 " " 19,75 " "
" " " " 22 " " 25,80 " "

Das Gleiche zeigen die Versuchsreihen Tabelle IX, 18 und 25, deren Wein 5 und 10 ccm Weinsberger Hefe zugegeben wurden. Die Gärung in Flasche 18 erreicht am 25. März mit 0,37 g täglicher Kohlensäureproduktion ihr Maximum, in Flasche 25 dagegen schon am 19. März mit 1,30 g.

Der Wein in Flasche 18 produzierte insgesamt 9,14 g Kohlensäure,
" " " " 25 " " 27,87 " "

Aus diesen gefundenen Zahlen geht ferner hervor, dass die Weinsberger Reinhefe etwas besser als die Schwaigern Hefe gärte.

Die bei der Gärung des Asti-Weines in nicht sterilem Zustande gewonnenen Resultate wiederholen sich in gleicher Weise bei der Gärung des Asti-Weines in sterilisiertem Zustande (Flaschen 40, 44, 48, 52). Auch hier wächst die Gärintensität mit der grösseren Menge zugesetzter

Hefe, auch hier gärt die Weinsberger Reinhefe besser als die Schwaigern Hefe, nur liegen die gefundenen Maxima der Gärung tiefer als bei den Gärungen des nicht sterilen Asti-Weines. Die Erklärung hierfür lässt sich, wie bereits auf Seite 129 angegeben wurde, in dem Umstande erblicken, dass im nicht sterilen Asti-Wein von vornherein mehr Organismen sich entwickeln und tätig sind, als im sterilen, weil die im Wein ursprünglich vorhandenen Organismen bei der Sterilisation abgetötet werden.

Der nächste Versuch sollte die Frage entscheiden, ob durch den Zusatz von Phosphorsäure und Kalium oder durch den Zusatz von Stickstoff die Gärung des Asti-Weines beschleunigt wird? Der Versuch wurde folgendermassen angestellt:

Versuch 12.

Am 21. März 1903 werden je 400 ccm Asti-Wein in sterilem Zustande mit 10 ccm Reinhefe, Rasse Weinsberg, geimpft, die in einer 5 Tage alten Kultur in gärendem Traubensaft aufgeschlämmt ist. Dabei erhält wie im vorigen Versuch Flasche 70 nur den Hefezusatz, Flaschen 74—78 ausserdem noch den Zusatz von 0,08 g phosphorsaurem Kalium (Flasche 74), 0,08 g Salmiak (Flasche 76) und 0,08 g phosphorsaurem Kalium + 0,08 g Salmiak (Flasche 78).

Die Flaschen werden mit Wortmann'schen Gärspunden verschlossen, wie bei den früheren Versuchen und täglich gewogen. Die Gewichtsabnahmen derselben sind in Tabelle X zusammengestellt.

(Siehe Tabelle X, S. 136.)

Die oben gestellte Frage beantwortet sich auf Grund der gefundenen Zahlen dahin, dass dem Zusatz von phosphorsaurem Kalium zum Asti-Wein besonders die Beschleunigung der Gärung zuzuschreiben ist, in geringem Grade aber auch dem Zusatz von Stickstoff. Denn die Gärung in demjenigen Asti-Wein, dem phosphorsaures Kalium hinzugesetzt wurde (Flasche 74), ist namentlich im Beginne eine weit bessere als die Gärung des Weines, dem nur Salmiak beigegeben wurde (Flasche 76). Im ersteren Falle ist das Maximum der Gärung am 25. März erreicht mit einer täglichen Kohlensäureproduktion von 2,27 g, während im 2. Falle zwar auch am gleichen Tage, aber nur

Tabelle X.

Übersicht über die täglichen und Gesamtmengen producierter Kohlensäure in sterilem Asti-Wein, dem phosphorsaures Kalium und Salmiak neben 10 cc Reinhefe hinzugefügt worden ist.

Datum	Flasche 70 400 cc ster. Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Flasche 74 400 cc ster. Asti-Wein + 0,08 g phosphors. Kal. + 10 cc Weinsberger Reinhefe Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Flasche 76 400 cc ster. Asti-Wein + 0,08 g Salmiak + 10 cc Weinsberger Reinhefe Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Flasche 78 400 cc ster. Asti-Wein + 0,08 g phosphors. Kal. + 0,08 g Salm. + 10 cc Weinsb. Reinhefe Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Bemerkungen
22. März 1903	0,23	0,23	0,35	0,35	0,30	0,30	0,40	0,40	Die Gärtemperatur schwankte zwischen 22—28° Cels.
23. „	0,70	0,93	1,30	1,65	0,85	1,15	1,80	2,20	
24. „	0,75	1,68	1,95	3,60	0,85	2,00	1,95	4,15	
25. „	1,55	3,23	2,27	5,87	1,52	3,52	2,18	6,33	
26. „	1,14	4,37	2,08	7,95	1,15	4,67	2,80	8,63	
27. „	1,13	5,50	1,70	9,65	1,18	5,85	1,91	10,54	
28. „	1,00	6,50	1,68	11,33	1,00	6,85	1,79	12,33	
29. „	0,88	7,38	1,32	12,65	0,95	7,80	1,54	13,87	
30. „	1,14	8,52	1,60	14,25	1,17	8,97	1,73	15,60	
31. „	0,82	9,34	1,39	15,64	1,01	9,98	1,45	17,05	
1. April 1903	0,66	10,00	1,13	16,77	0,72	10,70	1,13	18,18	
2. „	0,72	10,72	1,01	17,78	0,87	11,57	1,03	19,21	
3. „	0,90	11,62	1,10	18,88	0,83	12,40	1,17	20,38	
4. „	1,00	12,62	1,32	20,20	1,08	13,48	1,36	21,74	
5. „	0,90	13,52	1,23	21,43	1,02	14,50	1,16	22,90	
6. „	0,60	14,12	0,72	22,15	0,58	15,08	0,78	23,68	
7. „	0,56	14,68	0,80	22,95	0,65	15,73	0,77	24,45	
8. „	0,84	15,52	0,87	23,82	0,87	16,60	0,85	25,30	
9. „	0,74	16,26	0,79	24,61	0,78	17,38	0,72	26,02	
10. „	0,60	16,86	0,65	25,26	0,68	18,06	0,65	26,67	
11. „	0,74	17,60	0,82	26,08	0,80	18,86	0,79	27,46	
12. „	0,70	18,30	0,60	26,68	0,79	19,65	0,44	27,90	
13. „	0,58	18,88	0,57	27,25	0,60	20,25	0,40	28,30	
14. „	0,52	19,40	0,42	27,67	0,60	20,85	0,34	28,64	
15. „	0,72	20,12	0,50	28,17	0,70	21,55	0,35	28,99	
16. „	0,56	20,68	0,33	28,50	0,60	22,15	0,21	29,20	
17. „	0,54	21,22	0,35	28,85	0,60	22,75	0,18	29,38	
18. „	—	—	—	—	—	—	—	—	
19. „	1,19	22,41	0,62	29,47	1,23	23,98	0,37	29,75	
20. „	0,56	22,97	0,19	29,66	0,51	24,49	0,16	29,91	
21. „	0,52	23,49	0,18	29,84	0,50	24,99	0,12	30,03	
22. „	0,41	23,90	0,10	29,94	0,46	25,45	0,10	30,13	
23. „	0,38	24,28	0,16	30,10	0,40	25,85	0,12	30,25	
24. „	0,54	24,82	0,13	30,23	0,46	26,31	0,11	30,36	
25. „	0,56	25,38	0,08	30,31	0,47	26,78	0,12	30,48	
26. „	0,18	25,56	0,08	30,39	0,32	27,10	0,10	30,58	
27. „	0,37	25,93	0,13	30,52	0,37	27,47	0,07	30,65	
28. „	0,39	26,32	0,11	30,62	0,38	27,85	0,05	30,70	

mit einer täglichen Kohlensäureproduktion von 1,52 g. Dieser Unterschied zeigt sich dann auch in der Gesamtproduktion an Kohlensäure in beiden Weinen am 28. April.

Der Wein in Flasche 74 produzierte insgesamt 30,62 g Kohlensäure
„ „ „ „ 76 „ dagegen „ 27,85 g „

Im Vergleich mit der Gärung des Weines in Flasche 70, der nur 10 ccm Hefezusatz erhalten hatte, ist wiederum die Gärung des mit Salmiak versetzten Asti-Weines eine etwas energischere, was sich am ganzen Gärverlauf und auch an der Gesamtmenge der produzierten Kohlensäure erkennen lässt.

Der Wein in Flasche 70 produzierte insgesamt 26,32 g Kohlensäure
„ „ „ „ 76 „ „ 27,85 g „

Dieser geringen Beschleunigungsfähigkeit des Gärprozesses seitens des Salmiaks ist es wohl auch zuzuschreiben, dass in dem Wein, dem phosphorsaures Kalium und Salmiak neben 10 ccm Weinsberger Reinhefe beigegeben wurde (Flasche 78), die Gärung in Flasche 78 wieder etwas besser verlief als in der Flasche 74, namentlich in den ersten Tagen. Am 31. März z. B. zeigte die Flasche 74 eine Gesamt-Gewichtsabnahme von 15,64 g, die Flasche 78 dagegen am gleichen Tage von schon 17,05 g. Auch die Gesamtproduktion an Kohlensäure ist in Flasche 78 etwas grösser als in Flasche 74: am 28. April 30,70 g gegenüber 30,62 g.

Dieser Versuch regte ferner die Frage an, ob nicht durch zunehmende Mengen von phosphorsaurem Kalium und Salmiak oder durch zunehmende Mengen von phosphorsaurem Kalium und gleichbleibenden Mengen von Pepton neben der Zugabe von 10 ccm Weinsberger Reinhefe die Gärung noch mehr beschleunigt werden könnte als im Versuch 12. Zur Erörterung der Frage wurden die Versuche 13 und 14 folgendermassen angestellt:

Versuch 13.

Je 400 ccm steriler Asti-Wein werden am 23. März 1903 mit 10 ccm Weinsberger Reinhefe geimpft. Die Versuchsflasche 89 erhält als Zusatz nur die angegebene Menge Hefe und mit der Hefe auch eine bestimmte Menge gärenden Traubensaftes, in welchem die Hefe suspendiert ist; sie soll als Kontrollflasche dienen. Die übrigen Versuchsflaschen erhalten neben der Hefe bezw. auch Traubensaft folgende Zusätze:

Flasche 81: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,1 g phosphorsaures Kalium + 0,1 g Salmiak

Flasche 82: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,12 g phosphorsaures Kalium + 0,12 g Salmiak

Flasche 87: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,18 g phosphorsaures Kalium + 0,18 g Salmiak

Flasche 86: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,4 g phosphorsaures Kalium + 0,16 g Salmiak.

Versuch 14.

Je 400 ccm steriler Asti-Wein werden am 30. März 1903 mit 10 ccm Weinsberger Reinhefe, die in gärendem Traubensaft suspendiert ist, geimpft. Flasche 104 erhält ausser der Hefe keinen weiteren Zusatz. Die Flaschen 106—108 erhalten neben der Hefe noch Zusätze von phosphorsaurem Kalium und Pepton. Die Versuchsanordnung ist folgende:

Flasche 104: 400 ccm steriler Asti-Wein + 10 ccm Weinsberger Hefe.

Flasche 106: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,7 g phosphors. Kalium + 2,04 g Pepton,

Flasche 107: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,8 g phosphors. Kalium + 2,04 g Pepton,

Flasche 108: 400 ccm steriler Asti-Wein + 0,9 g phosphors. Kalium + 2,04 g Pepton.

Die Gärflaschen in Versuch 13 und 14 werden wie früher verschlossen und täglich gewogen. Die Ergebnisse der Wägungen von Versuch 13 finden sich in der Tabelle XI, diejenigen von Versuch 14 in Tabelle XII zusammengestellt.

Tabelle XI.

Übersicht über die täglichen und Gesamtmengen produzierter Kohlensäure im Asti-Wein, dem wachsende Mengen von phosphorsaurem Kalium und Salmiak neben 10 ccm Weinsberger Reinhefe zugefügt wurden.

Datum	Flasche 81 400 cc steriler Asti-Wein + 0,1 g phosphors. Kalium + 0,1 g Salmiak + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 82 400 cc steriler Asti-Wein + 0,12 g phosphors. Kalium + 0,12 g Salmiak + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 87 400 cc steriler Asti-Wein + 0,18 g phosphors. Kalium + 0,18 g Salmiak + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 86 400 cc steriler Asti-Wein + 0,4 g phosphors. Kalium + 0,16 g Salmiak + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 89 400 cc steriler Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	
24. März 1903	0,52	0,52	0,53	0,53	0,64	0,64	0,74	0,74	0,47	0,47	Die Gärtemperatur schwankte zwischen 22—28° Cels.
25. „	2,24	2,76	2,21	2,74	2,45	3,09	2,78	3,52	**1,21**	1,68	
26. „	**2,82**	5,08	**2,32**	5,06	**2,60**	5,69	2,60	6,12	1,01	2,69	
27. „	2,13	7,21	2,18	7,24	2,30	7,99	**3,25**	9,37	1,13	3,82	
28. „	2,09	9,30	2,09	9,33	2,18	10,17	1,06	10,43	1,15	4,97	
29. „	1,63	10,93	1,73	11,06	1,62	11,79	1,64	12,07	0,82	5,79	
30. „	1,68	12,61	1,93	12,99	2,00	13,79	1,73	13,80	1,05	6,84	
31. „	1,49	14,10	1,65	14,64	1,68	15,47	1,62	15,42	0,98	7,82	
1. April 1903	1,19	15,29	1,44	16,08	1,42	16,89	1,26	16,68	0,81	8,63	
2. „	1,06	16,35	1,30	17,38	1,24	18,13	1,15	17,83	0,84	9,47	
3. „	1,37	17,72	1,42	18,80	1,36	19,49	1,35	19,18	0,85	10,32	
4. „	1,43	19,15	1,61	20,41	1,50	20,99	1,50	20,68	1,07	11,39	
5. „	1,36	20,51	1,45	21,86	1,30	22,29	1,27	21,95	0,95	12,34	
6. „	0,93	21,44	0,96	22,82	0,87	23,16	0,87	22,82	0,58	12,92	
7. „	0,89	22,33	0,90	23,72	0,90	24,06	0,75	23,57	0,60	13,52	
8. „	1,05	23,38	1,13	24,85	1,03	25,09	1,08	24,65	0,89	14,41	
9. „	0,90	24,28	0,97	25,82	0,79	25,88	0,82	25,47	0,81	15,22	
10. „	0,72	25,00	0,68	26,50	0,66	26,54	0,65	26,12	0,61	15,83	
11. „	0,82	25,82	0,86	27,36	0,76	27,30	0,79	26,91	0,79	16,62	
12. „	0,68	26,50	0,57	27,93	0,54	27,84	0,64	27,55	0,73	17,35	
13. „	0,60	27,10	0,48	28,41	0,48	28,32	0,48	28,03	0,64	17,99	
14. „	0,60	27,70	0,42	28,83	0,37	28,69	0,49	28,52	0,73	18,72	
15. „	0,50	28,20	0,22	29,05	0,40	29,09	0,32	28,84	0,61	19,33	
16. „	0,40	28,60	0,18	29,23	0,27	29,36	0,24	29,08	0,52	19,85	
17. „	0,37	28,97	0,14	29,37	0,21	29,57	0,17	29,25	0,55	20,40	
18. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19. „	0,71	29,68	0,32	29,69	0,44	30,01	0,29	29,54	1,22	21,62	
20. „	0,23	29,91	0,10	29,79	0,13	30,14	0,11	29,65	0,53	22,15	
21. „	0,19	30,10	0,10	29,89	0,10	30,24	0,08	29,73	0,45	22,60	
22. „	0,15	30,25	0,07	29,96	0,10	30,34	0,11	29,84	0,43	23,03	
23. „	0,12	30,37	0,04	30,00	0,12	30,46	0,04	29,88	0,40	23,43	
24. „	0,12	30,49	0,09	30,09	0,11	30,57	0,07	29,95	0,48	23,91	
25. „	0,04	30,53	0,07	30,16	0,07	30,64	0,07	30,02	0,38	24,29	
26. „	0,14	30,67	0,05	30,21	0,09	30,73	0,07	30,09	0,31	24,60	
27. „	0,08	30,75	0,05	30,26	0,08	30,81	0,04	30,13	0,37	24,97	
28. „	0,09	**30,84**	0,07	**30,33**	0,08	**30,89**	0,02	**30,15**	0,40	**25,37**	

Tabelle XII.

Übersicht über die täglichen und Gesamtmengen produzierter Kohlensäure im Asti-Wein, dem neben 10 cc Weinsberger Reinhefe wachsende Mengen von phosphorsaurem Kalium und gleiche Mengen von Pepton hinzugefügt worden sind.

Datum	Flasche 104 400 cc ster. Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 106 400 cc ster. Asti-Wein + 0,7 g phosphors. Kal. + 2,04 g Pepton + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 107 400 cc ster. Asti-Wein + 0,8 g phosphors. Kal. + 2,04 g Pepton + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Flasche 108 400 cc ster. Asti-Wein + 0,9 g phosphors. Kal. + 2,04 g Pepton + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	
31. März 1903	0,34	0,34	0,90	0,90	0,83	0,83	0,87	0,87	Die Gärtemperatur schwankte zwischen 22—28° Cels.
1. April 1903	0,82	1,16	2,02	2,92	1,92	2,75	1,75	2,62	
2. „	0,79	1,95	2,13	5,05	2,08	4,83	1,81	4,43	
3. „	0,91	2,86	2,32	7,37	2,17	7,00	2,23	6,66	
4. „	**1,12**	3,98	**2,89**	10,26	**2,81**	9,81	**2,78**	9,39	
5. „	0,93	4,91	2,42	12,68	2,32	12,13	2,16	11,55	
6. „	0,60	5,51	1,65	14,33	1,65	13,78	1,52	13,07	
7. „	0,68	6,19	1,69	16,02	1,68	15,46	1,60	14,67	
8. „	0,98	7,17	2,23	18,25	2,19	17,65	2,06	16,73	
9. „	0,72	7,89	1,64	19,89	1,73	19,38	1,62	18,35	
10. „	0,66	8,55	1,44	21,33	1,47	20,85	1,37	19,72	
11. „	0,86	9,41	1,47	22,80	1,57	22,42	1,51	21,23	
12. „	0,75	10,16	1,37	24,17	1,26	23,68	1,25	22,48	
13. „	0,67	10,83	1,00	25,17	1,19	24,87	1,13	23,61	
14. „	0,65	11,48	1,10	26,27	0,90	25,77	1,01	24,62	
15. „	0,77	12,25	0,91	27,18	0,83	26,60	0,93	25,55	
16. „	0,68	12,93	0,54	27,72	0,59	27,19	0,59	26,14	
17. „	0,75	13,68	0,46	28,18	0,43	27,62	0,60	26,74	
18. „	—	—	—	—	—	—	—	—	
19. „	1,40	15,08	0,54	28,72	0,43	28,05	0,88	27,62	
20. „	0,65	15,73	0,15	28,87	0,10	28,15	0,22	27,84	
21. „	0,65	16,38	0,10	28,97	0,10	28,25	0,14	27,98	
22. „	0,62	17,00	0,13	29,10	0,08	28,33	0,12	28,10	
23. „	0,50	17,50	0,08	29,18	0,02	28,35	0,05	28,15	
24. „	0,58	18,08	0,09	29,27	0,07	28,42	0,09	28,24	
25. „	0,65	18,73	0,05	29,32	0,05	28,47	0,03	28,27	
26. „	0,33	19,06	0,12	29,44	0,02	28,49	0,04	28,31	
27. „	0,51	19,57	0,06	29,50	0,03	28,52	0,04	28,35	
28. „	0,56	20,13	0,07	29,57	0,03	28,55	0,02	28,37	
7. Mai 1903	3,78	**23,91**	0,56	**30,13**	0,38	**28,93**	0,35	**28,72**	

Die auf Seite 137 gestellte Frage, ob durch Zusatz zunehmender Mengen von phosphorsaurem Kalium und Salmiak tatsächlich eine grössere Beschleunigung der Gärung als im Versuch 12 erzielt werden kann, muss auf Grund der Zahlen in Tabelle XI bejaht werden. In Versuch 13 liegen die Gärungsmaxima bei 2,32, 2,32, 2,60 und 3,25 g produzierter Kohlensäure während 24 Stunden, während in Versuch 12 das Maximum der Kohlensäureproduktion mit 2,30 g erreicht war. Die Gesamtkohlensäureproduktion innerhalb 36 Tagen ist in den Flaschen 81 und 87 grösser, in den Flaschen 82 und 86 etwas kleiner als in der Flasche 78, Versuch 12.

In Versuch 14 (Tabelle XII) liegen die Maxima der Gärungen bei 2,89, 2,81, 2,73 g täglicher Kohlensäureproduktion am 4. April, während das Maximum der Gärung in dem Wein, dem nur Hefe und mit der Hefe gärender Traubensaft zugefügt war, am gleichen Tage bei einer täglichen Kohlensäureproduktion von 1,12 g erreicht ist.

In diesem Versuche 14 macht sich aber offenbar die osmotische Kraft des phosphorsauren Kaliums recht bemerkbar. Man vergleiche in dieser Hinsicht das Abnehmen der täglichen Kohlensäureproduktion am Tage der Maxima der Gärungen, andererseits das Abnehmen der Gesamtmenge der produzierten Kohlensäure am 7. Mai. Sie betragen 30,13, 28,93, 28,72 g Kohlensäure. Diese produzierte Kohlensäure überwiegt an Menge aber immerhin noch diejenige, die aus dem Wein der Flasche 104 entwichen ist. Letztere beträgt am 7. Mai nur 23,91 g.

Das Gesamtresultat aus den Versuchen 11—14 lässt sich kurz so zusammenfassen:

1. Fügt man zu einem Asti-Wein im sterilen oder nicht sterilen Zustande 1 ccm, 5 ccm oder 10 ccm Reinhefe, die in gärendem Traubensaft aufgeschlämmt ist, so wird dadurch die Gärung des Moscato beschleunigt. Je mehr Hefe und Traubensaft in Anwendung kommen, desto kräftiger ist die Gärung. Der Grund hierfür liegt darin, dass mit dem Traubensaft Substanzen — Phosphorsäure, Kalium und Stickstoff — in den Asti-Wein gelangen, die von den Hefen zu ihrer Vermehrung benutzt werden, und dass bei Zusatz grösserer Mengen Hefe, die sich in gutem Ernährungszustande befindet, auch eine grössere Menge zuckerzersetzender Zymase im Asti-Wein von Anfang an vorhanden ist.

2. Fügt man dem Asti-Wein phosphorsaures Kalium und Stickstoff in Gestalt von Salmiak oder Pepton hinzu, und zwar nicht im Übermasse, ausserdem aber 10 ccm Reinhefe, die in gärendem Traubensaft suspendiert ist, so erzielt man eine noch intensivere Gärung als bei alleinigem Zusatz von

10 ccm Reinhefe und Traubensaft. In ersterem Falle findet auch eine vollständige Durchgärung des Asti-Weines nach verhältnismässig kurzer Zeit statt.

Die Versuche 11—14 nehmen in Bezug auf die Gärungen eine Mittelstellung zwischen dem Versuche 1 einerseits und den Versuchen 10, 8 und 9 andererseits. Der Asti-Wein ohne jeglichen Zusatz zeigt trotz günstiger Temperatur eine abnorme, langsame Gärung, der Wein in den Versuchen 11—14 eine wesentlich beschleunigte Gärung, die in den Weinen des Versuches 10 noch intensiver wird, während in den Versuchen 8 und 9 eine gute Gärung durch Zusatz von $^1/_8$ sterilem Traubensaft oder einer grösseren Menge gut ernährter und kräftiger Reinhefe zum Asti-Wein erzielt worden ist. Man hat es also vollständig in der Hand, den Asti-Wein äusserst langsam oder etwas schneller oder sehr schnell gären zu lassen, ihn entweder zu einer selbst nach Jahren unvollständigen oder zu einer schon nach Wochen vollständigen Durchgärung zu bringen, und zwar je nach einer unvollkommenen oder vollkommenen Beseitigung der gefundenen Ursachen der abnormen, langsamen Gärung.

Dass trotz der niederen Temperatur durch Zusatz von 10 ccm Reinhefe zu 400 ccm Asti-Wein, oder durch Zusatz von phosphorsaurem Kalium, Salmiak und Hefe eine bessere und schneller einsetzende Gärung als im Asti-Wein allein und unter gleichen Bedingungen hervorgerufen werden kann, soll ein letzter Versuch zeigen.

Versuch 15.

Am 16. März 1903 werden je 400 ccm Asti-Wein in nicht sterilem Zustande mit 10 ccm Reinhefe, Rasse Weinsberg, die einer 7 Tage alten Traubensaft-Kultur entstammt, geimpft. Die erste Flasche erhält dagegen keinen Zusatz, sie dient als Kontrollflasche. Am 21. März 1903 erhält eine 3. Flasche mit 400 ccm sterilem Asti-Wein ausser dem Hefezusatz von 10 ccm Reinhefe, Rasse Weinsberg, noch 0,08 g phosphorsaures Kalium + 0,08 g Salmiak.

Die Flaschen werden mit Wortmann'schen Gärspunden wie in den früheren Versuchen verschlossen. Sie werden täglich gewogen und zwar so, dass die Flaschen einzeln aus dem Keller, in dem sie bei einer Temperatur von 8—9 ° C. stehen, zur Wägung geholt und dann sofort wieder in den Keller gebracht werden, damit der Wein die niedere Temperatur möglichst gleichmässig beibehält.

Die Gewichtsabnahmen der Flaschen sind in den Tabellen XIII und XIV zusammengestellt.

Tabelle XIII.

Übersicht über die täglichen und Gesamtmengen produzierter Kohlensäure in nicht sterilem Asti-Wein bei niederer Temperatur, dem Reinhefe hinzugefügt worden ist.

Datum	Flasche 4 400 cc nicht steriler Asti-Wein, ohne Zusatz		Flasche 28 400 cc nicht ster. Asti-Wein + 10 cc Reinhefe, Rasse Weinsberg		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	Tägl. Abnahme g	Gesamt-Abnahme g	
19. März 1908	—	—	0,15	0,15	Die Gärtemperatur betrug 8—9° Cels.
20. „	—	—	0,13	0,28	
21. „	—	—	0,12	0,40	
22. „	—	—	0,20	0,60	
23. „	—	—	0,20	0,80	
24. „	0,02	0,02	0,26	1,06	
25. „	0,00	0,02	0,26	1,32	
26. „	0,01	0,03	0,24	1,56	
27. „	0,01	0,04	0,24	1,80	
28. „	0,00	0,04	0,22	2,02	
29. „	0,02	0,06	0,20	2,22	
30. „	0,02	0,08	0,27	2,49	
31. „	0,03	0,11	0,23	2,72	
1. April 1908	0,00	0,11	0,23	2,95	
2. „	0,01	0,12	0,19	3,14	
3. „	0,02	0,14	0,24	3,38	
4. „	0,00	0,14	0,17	3,55	
5. „	0,02	0,16	0,20	3,75	
6. „	0,00	0,16	0,20	3,95	
7. „	0,00	0,16	0,20	4,15	
8. „	0,00	0,16	0,18	4,33	
9. „	0,03	0,19	0,20	4,53	
10. „	0,01	0,20	0,15	4,68	
11. „	0,05	0,25	0,20	4,88	
12. „	0,00	0,25	0,16	5,04	
13. „	0,01	0,26	0,20	5,24	
14. „	0,00	0,26	0,08	5,32	
15. „	0,02	0,28	0,19	5,51	
16. „	0,04	0,32	0,14	5,65	
17. „	0,00	0,32	0,15	5,80	
18. „	-	—	—	—	
19. „	0,01	0,33	0,28	6,08	
20. „	0,05	0,38	0,12	6,20	
21. „	0,07	0,45	0,10	6,30	
22. „	0,01	0,46	0,16	6,46	
23. „	0,01	0,47	0,12	6,58	
24. „	0,05	0,52	0,12	6,70	
25. „	0,02	0,54	0,24	6,94	
26. „	0,04	0,58	0,10	7,04	
27. „	0,04	0,62	0,11	7,15	
28. „	0,01	**0,63**	0,07	7,22	

Tabelle XIV.

Übersicht über die täglichen und Gesamtmengen produzierter Kohlensäure im Asti-Wein bei niederer Temperatur, dem neben Reinhefe phosphorsaures Kalium und Salmiak zugefügt worden ist.

Datum	Flasche 79 400 cc steriler Asti-Wein + 0,03 g phosphors. Kal. + 0,03 g Salmiak + 10 cc Reinhefe. Rasse Weinsberg		Bemerkungen
	Tägl. Abnahme g	Ges.-Abnahme g	
22. März 1903	0,03	0,03	Die Gärtemperatur schwankte zwischen 8—9° Cels.
23. „	0,02	0,05	
24. „	0,11	0,16	
25. „	0,18	0,34	
26. „	0,32	0,66	
27. „	0,45	1,11	
28. „	0,40	1,51	
29. „	0,55	2,06	
30. „	0,57	2,63	
31. „	0,49	3,12	
1. April 1903	0,49	3,61	
2. „	0,46	4,07	
3. „	0,48	4,55	
4. „	0,39	4,94	
5. „	0,40	5,34	
6. „	0,47	5,81	
7. „	0,30	6,11	
8. „	0,30	6,41	
9. „	0,46	6,87	
10. April 1903	0,30	7,17	Die Gärtemperatur schwankte zwischen 8—9° Cels.
11. „	0,31	7,48	
12. „	0,33	7,81	
13. „	0,28	8,09	
14. „	0,17	8,26	
15. „	0,30	8,56	
16. „	0,30	8,86	
17. „	0,22	9,08	
18. „	—	—	
19. „	0,51	9,59	
20. „	0,18	9,77	
21. „	0,25	10,02	
22. „	0,19	10,21	
23. „	0,22	10,43	
24. „	0,22	10,65	
25. „	0,36	11,01	
26. „	0,11	11,12	
27. „	0,19	11,31	

Die Tabelle XIII, Flasche 4, bestätigt zunächst das in Tabelle II gefundene Resultat, dass nämlich der Moscato d'Asti ohne jeglichen Zusatz bei niederer Temperatur (8—9 ° C.) eine ausserordentlich langsame Gärung zeigt. Flasche 4 hat bis zum 28. April eine Gesamt-Gewichtsabnahme von nur 0,63 g. Der Wein, dem 10 ccm Weinsberger Reinhefe hinzugefügt worden ist (Flasche 28), setzt bereits am dritten Tage nach Beginn des Versuches mit der Gärung ein, und am 25. März ist in ihm mehr Kohlensäure produziert worden, als im Wein der Flasche 4 während der ganzen Versuchsdauer überhaupt, nämlich 1,32 g Kohlensäure gegenüber 0,63 g. Die bessere Gärung des Weines in Flasche 28 zeigt sich aber auch in der Gesamtmenge der produzierten Kohlensäure

am 28. April: In Flasche 28 sind insgesamt 7,22 g Kohlensäure produziert, in Flasche 4 dagegen nur 0,63 g.

Wie die Tabelle XIV zeigt, ist aber sowohl der ganze Gärverlauf ein viel besserer als auch die Gesamtmenge der produzierten Kohlensäure eine viel grössere, wenn man dem Asti-Wein neben der Hefe noch phosphorsaures Kalium und Salmiak hinzusetzt, als wenn man den Zusatz der Salze unterlässt. Die Erklärung für diese Erscheinung ist bereits bei der Besprechung der Versuche 8—10 gegeben worden.

Überblickt man nach den auf Seite 107—145 gegebenen Darlegungen und Untersuchungen die Ursachen der abnormen Gärung eines auf der Flasche im Keller lagernden Weines, so lassen sich dieselben kurz so zusammenfassen:

Die Hauptursache für die abnorme, langsame Gärung des Moscato d'Asti spumante liegt unzweifelhaft in dem Mangel des Weines an Phosphorsäure, Kalium und Stickstoff. Weitere gärungsverlangsamende Momente werden durch die niedrige Temperatur, bei welcher der Moscato d'Asti die Flaschengärung durchmacht, und durch die ursprüngliche Klärung des Weines (Schönung und Filtration) geschaffen, während die bei der Untersuchung gefundene Menge Borsäure nicht für die langsame Gärung verantwortlich gemacht werden kann.

IV.

Welche praktischen Forderungen ergeben sich aus den Untersuchungen?

Neben dem rein wissenschaftlichen Interesse geben die Untersuchungen des Moscato d'Asti spumante auch in anderer Hinsicht Anregung. Zunächst ergeben sich aus ihnen für unsere einheimische Kellerwirtschaft praktische Forderungen.

1. Die Gärung des Moscato d'Asti ist das beste Beispiel, das ich für abnorm einsetzende und aufhörende Gärungen kenne, weil hierbei alle die Faktoren zusammenwirken, die auch z. B. in Deutschland häufig das Erzielen eines gesunden Gärproduktes in Frage stellen. Für Württemberg spielt allerdings nur einer der oben angegebenen, die Gärung verlangsamenden Faktoren eine Rolle, das ist die niedere Temperatur, bei welcher im Herbst mancher Jahre unsere Weingärtner ihre Maischen

in den Bütten vor dem Verkauf angären lassen. Mangel an Nährstoffen im Traubensaft für die Gärungserreger, der dem Moscato d'Asti natürlich ist, kommt jedoch nicht in Betracht, da man gottlob der Streckung der Weine durch Zusatz von Zuckerwasser in Weingärtnerkreisen hierzulande nicht das Wort redet. Und wenn in sauren Jahrgängen, wie der 1902er ein solcher war, eine rationelle Verbesserung der Weine vorgenommen werden muss, so besorgt sie der Weinhändler, aber mit seltenen Ausnahmen doch so, dass ein Mangel an Nährstoffen für die Hefe nicht eintritt.

Vielfach findet man aber, dass, wie bereits angegeben worden ist, infolge der niederen Anfangsgärtemperatur bei uns in Württemberg die erste Gärung der Maischen und Traubensäfte eine abnorme ist und dass infolge derselben genau dasselbe eintreten kann und auch häufig eintritt, was man beim Moscato d'Asti spumante beobachten kann.

Sehen wir zunächst nach, was für Produkte infolge der langsamen, abnormen Gärung des Moscato d'Asti erzielt werden! Beim Eintreffen des Muscat-Stillweines am 16. März 1903 wurden verschiedene Champagner-Flaschen mit demselben gefüllt, die Flaschen mit guten, starken Champagner-Korken verstopft, und die Korke mit Bindfaden kreuzweis verbunden, damit sie nicht durch den bei der Gärung entstehenden Kohlensäuredruck aus den Flaschen getrieben würden. Ein Teil der gefüllten Flaschen wurde horizontal im Anstaltskeller bei 8—9° Cels. gelagert, ein anderer in einem geheizten Zimmer bei etwa 22° Cels. Am 15. Juni wurde eine vergleichende Kostprobe beider Weine, die in dieser Zeit schäumend geworden waren, vorgenommen. Das Resultat dieser Kostprobe war folgendes:

Der Schaumwein, der im geheizten Zimmer gärte, war weiter entwickelt als der im Keller gelagerte. Aber ersterer Wein zeigte auch ein weit besseres und saubereres Bukett als letzterer. Ebenso war der Geschmack dieses Schaumweines wesentlich besser. Der bei niederer Temperatur angegorene Wein hatte im Gegensatz hierzu einen Geschmack nach teigigen Birnen, und das schöne Muskateller-Bukett wurde dadurch nicht wenig verdeckt. Auch die bei höherer Temperatur angegorenen Weine zeigten unter sich wieder Unterschiede im Geruch und Geschmack, obwohl sie alle einem Fasse entnommen waren; während ein Wein das Bukett nach schwarzen Johannisbeeren zeigte, hatte ein anderer ein reines Muskateller-Bukett. Das ist aber leicht zu verstehen, wenn man sich erinnert, dass das ganze Werden des Weines und das Wohl und Wehe desselben von der Entwickelung und Tätigkeit der in ihm befindlichen Organismen abhängig ist.

Auf die verschiedenen Arten von Organismen nimmt man bei der Bereitung des Moscato d'Asti spumante vor der Hand keine Rücksicht,

wenn man den Naturwein nach vorhergegangener Behandlung ohne Weiteres im Frühjahr auf Flaschen zieht. Man gibt es vollständig dem Zufall anheim, welche Arten von Organismen sich im Asti-Wein entwickeln, ob gute oder schlechte, ob solche, die im günstigen Sinne den Wein vergären oder solche, die ungünstige, fehlerhafte Gärprodukte erzeugen. Und so zeigt denn tatsächlich die mikroskopische Untersuchung der Asti-Schaumweine, dass in den verschiedenen Weinen auch verschiedene Organismen die Oberhand gewinnen, woraus dann der verschiedene Geschmack und Geruch des fertigen Produktes resultiert. Bei der langsam einsetzenden Gärung entwickeln sich neben echten Weinhefen namentlich Apiculatus- und Kahmhefen, die dem Weine selbstverständlich die ihnen spezifischen unangenehmen Produkte aufprägen.

Nicht anders liegen häufig die Verhältnisse bei uns in Württemberg. Wenn man im Herbste 1902 die Strassen mancher Ortschaften, in denen die mit Maischen gefüllten offenen oder mit einem Deckel bedeckten Bütten stehen, durchwanderte, so konnte man auf der Oberfläche der Maischen, auf dem sogenannten „Hut“, die verschiedenartigsten Schimmelvegetationen in allen möglichen Farben erblicken. Untersuchte man den freiwillig ausgetretenen Traubensaft, so zeigte er Hefen nur in geringer Menge, dagegen Apiculatus und Kahmhefen sehr zahlreich. Die Entwickelung der Hefe war eine abnorme, langsame und damit auch der Gärverlauf der Maische, weil die Temperatur eine zu niedere war. Manche Praktiker hielten das Nichteintreten der Gärung, das „lange Süssbleiben“ für etwas Gutes, während in Wirklichkeit eine Zersetzung der sauer erworbenen Maischen nach der ungünstigen Seite hin stattfand. Dem ist in Zukunft dadurch abzuhelfen, dass man 1. die Bütten mit den Maischen in geschlossenen Räumen aufstellt, in denen sie den Witterungsverhältnissen nicht so ausgesetzt sind, wie auf der Strasse; 2. dass man die zu kalten Maischen erwärmt und unter Senkböden hält und 3. dass man ihnen von allem Anfang an eine bestimmte Menge Reinhefe zugibt ($^1/_2$ Liter pro Hekto), um möglichst schnell eine richtige Weingärung einzuleiten.

Und ebenso wird man hier verfahren, wenn ein Wein nicht zur vollständigen Durchgärung gelangen will. Die Verhältnisse in Württemberg liegen häufig so, dass der Wein noch vor Beendigung der Gärung an einem Weinorte gefasst wird, um nach einem anderen Orte transportiert zu werden. An Ort und Stelle will er dann aber nicht wieder recht in das Gären kommen. Das Stocken der Gärung beruht meist darauf, dass die Kellertemperatur oder die Temperatur des Weines im Fasse eine zu niedere ist. Man wird den Wein in diesem Falle auf 12—14^0 R. erwärmen

und ihm Reinhefe ($^1/_2$ Liter pro Hekto) geben, wodurch die Gärung wieder einsetzt und zu Ende geführt wird.

Aufgabe der italienischen Versuchsanstalten und der italienischen Praxis wird es sein müssen — dazu gibt diese Arbeit die Anregung — nachzusehen, ob man nicht bei der Vergärung des Moscato d'Asti die Flaschengärung im März mit einer bestimmten, noch näher zu findenden Menge Reinhefe einleiten soll, um, wie bei unserer Schaumweinbereitung, ein gleichmässiges Produkt zu erzielen. Die Behandlung des Muskat-Stillweines von der Lese bis zur Flaschenfüllung könnte dieselbe wie bisher bleiben, d. h. man könnte wie bisher die Muskat-Traubensäfte schönen, filtrieren und kalt lagern. Gibt man dann eine bestimmte Menge kräftiger Reinhefe — über die Mengenverhältnisse der Reinhefe gibt vorliegende Abhandlung Anhaltspunkte — dem Weine unmittelbar vor der Flaschengärung hinzu, so gibt man damit Organismen in den Wein, die schneller gären, sich gut auf den Kork rütteln lassen, nicht zur Maskenbildung Veranlassung geben, die aber, weil sie gute Organismen sind, einen guten, sauberen und immer gleichartigen Schaumwein herstellen, wie sich bei der Bereitung deutscher Schaumweine gezeigt hat. Die grösseren deutschen Schaumweinkellereien arbeiten wie die Bierbrauereien nur noch mit Reinhefe.

Man könnte zwar den Einwand machen, dass ja gerade bei der Bereitung des Moscato d'Asti spumante alles darauf hinauslaufe, die Organismen durch Schönung und Filtration aus dem Wein zu entfernen und später durch niedere Temperatur die wenigen in ihm verbliebenen Organismen zur langsamen Entwickelung kommen zu lassen, um möglichst den Bruch der Flaschen zu vermeiden. Aus den vorliegenden Untersuchungen geht aber deutlich hervor, dass man es vollständig in der Hand hat, auch durch Hinzufügen kräftiger Reinhefe in geringen Mengen ebenfalls nur eine langsame Gärung, dann aber eine Reingärung hervorzurufen, die durch planmässig gewählte, in ihren Eigenschaften, in ihrem Können kontrollierte gute Organismen eingeleitet wird.

Ferner ist zu bedenken, dass die Bereitung des Moscato d'Asti spumante, wie sie gegenwärtig in Italien und Deutschland betrieben wird, doch ziemlich lange Zeit beansprucht, ehe man gut moussierende Weine erhält. Diese Gärungs- und Behandlungszeit könnte man aber bedeutend abkürzen durch Hinzufügen von Reinhefe zum Wein vor der Flaschengärung. Man würde dadurch also 1. bessere Gärungen erzielen, 2. schneller arbeiten, 3. gleichmässigere Produkte erhalten, die sich gut behandeln lassen, weil sich die Reinhefe gut auf den Stopfen rütteln lässt und 4. würde man das angelegte Kapital schneller verwerten. Die

praktischen Gesichtspunkte, die sich aus den vorhergehenden Untersuchungen ergeben, würden also sein:

Um eine schnellere und bessere Gärung zu erzielen, ohne befürchten zu müssen, dass die Flaschen Bruch erleiden, würde man entweder

a) nicht zu viel Reinhefe dem Wein vor der Flaschenfüllung geben, oder

b) unter Umständen einen aschenreicheren, Kalium, Phosphorsäure und Stickstoff in reichem Masse enthaltenden Wein in geringer Menge dem Moscato d'Asti-Stillwein zugeben,

c) den Wein kühl oder wärmer lagern, je nachdem man schneller oder langsamer nach Bedarf fertigen Asti spumante erhalten will.

2. Für Deutschland gibt dann der in der Untersuchung erbrachte Nachweis von Borsäure im Moscato d'Asti Anlass zu weiteren Erwägungen. Nach § 7 des deutschen Weingesetzes vom 24. Mai 1901 ist unter anderem der Zusatz von Borsäure zu Wein, weinhaltigen oder weinähnlichen Getränken, welche bestimmt sind, anderen als Nahrungs- oder Genussmittel zu dienen, ausdrücklich verboten. Und da entsteht die Frage, ob die gefundene Borsäure dem Wein beigesetzt wurde, oder ob sie durch die Reben dem dortigen Weinbergsboden entnommen und den Weinbeeren zugeführt wurde. Um die Frage entscheiden zu können, wurden in Canelli und Santo Stefano Belbo aus den Weinbergen Bodenproben entnommen, um dieselben in der hiesigen Anstalt auf Bor untersuchen zu können. Die Untersuchungen ergaben aber ein negatives Resultat, d. h. es konnte in keiner der Proben Bor nachgewiesen werden.

Trotz dieses Untersuchungs-Resultates glaube ich aber doch annehmen zu dürfen, dass dem Wein Borsäure nicht zugesetzt wurde. Denn erstens ist ein derartiger Zusatz gar nicht notwendig, weil der Moscato d'Asti an sich schon infolge seiner chemischen Zusammensetzung und Behandlung eine abnorme, langsame Gärung zeigt. Alsdann ist die konservierende Kraft der Borsäure, wie seit längerer Zeit bekannt und auch in den vorhergehenden Untersuchungen zahlenmässig nachgewiesen ist, nur sehr gering; man müsste also schon zu grösseren Zusätzen (2—3 % Borsäure) greifen. Ripper hat ferner nachgewiesen, dass Borsäure ein normaler Weinbestandteil ist, und endlich versichern die Produzenten des Moscato d'Asti, dass tatsächlich ausser Calciumbisulfit in Ausnahmefällen kein weiterer Zusatz zum Natur-Asti-Wein, also namentlich kein Borsäurezusatz, gemacht wird. Die von mir gefundene Menge Borsäure ist also offenbar ein normaler Bestandteil des Moscato d'Asti spumante.

Aus den angeführten Gründen aber darf man einen borsäurehaltigen Asti-Wein, allgemein einen borsäurehaltigen Wein, wenn der Gehalt desselben an Borsäure eine bestimmte Grenze nicht überschreitet, auf Grund des § 7 des Weingesetzes vom 24. Mai 1901 nicht beanstanden. Ferner wird man die bereits wachsende Einfuhr von Asti-Wein nach Deutschland trotz des Borsäuregehaltes des Weines nicht verbieten können. Und drittens erscheint es auf Grund der vorhergehenden Untersuchungen wünschenswert, wenn das deutsche Weingesetz im § 7, sowie es für Extrakt- und Aschengehalte der Weine eine Mindestgrenze vorschreibt, eine Maximalgrenze angibt, bis zu welcher bei der chemischen Untersuchung Borsäure in einem Wein vorgefunden werden darf, ohne dass eine Beanstandung des Weines eintreten soll.

Es wäre endlich interessant, die sich aus den vorliegenden Untersuchungen weiter ergebende Frage zu lösen, ob durch Düngung der Weinberge mit natürlichen oder künstlichen Düngemitteln der Gehalt des Moscato d'Asti-Traubensaftes an Phosphorsäure, Kalium und Stickstoff erhöht und infolgedessen dann eine bessere Gärung des Traubensaftes erzielt werden kann. Die Lösung dieser Frage muss aber den italienischen Versuchsanstalten wegen der in der „Zona del Moscato“ vorzunehmenden Vegetationsversuche überlassen werden.

Weinsberg, den 27. Juni 1903.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 01237 4248





